



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

# **PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM KOTA PROBOLINGGO**

**Ekadhana Chana Pratama**  
**3313100003**

**Dosen Pembimbing**  
**Alfan Purnomo, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

# **PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM KOTA PROBOLINGGO**

**Ekadhana Chana Pratama**  
**3313100003**

**Dosen Pembimbing**  
**Alfan Purnomo, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**



**FINAL PROJECT - RE 141581**

# **DEVELOPMENT PLAN OF PROBOLINGGO DRINKING WATER DISTRIBUTION SYSTEM**

**Ekadhana Chana Pratama**  
**3313100003**

**Supervisor**  
**Alfan Purnomo, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**  
**Faculty of Civil Engineering and Planning**  
**Institute of Technology Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM KOTA PROBOLINGGO

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**EKADHANA CHANA PRATAMA**  
NRP 3313100003

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



**Alfian Purnomo S.T., M.T.**  
NIP 19830304 200604 1 002





## **PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM KOTA PROBOLINGGO**

Nama Mahasiswa : Ekadhana Chana Pratama  
NRP : 3313100003  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Alfian Purnomo, ST., MT.

### **ABSTRAK**

Kota Probolinggo merupakan salah satu kota pesisir yang sedang berkembang baik dari segi ekonomi dan infrastruktur. Seiring dengan perkembangan tersebut, pemenuhan kebutuhan akan tersedianya air minum juga semakin meningkat. Di Kota Probolinggo penggunaan sumur mendominasi dalam pemenuhan kebutuhan akan air bersih sehari-hari yaitu sekitar 78,04, Pelayanan PDAM mencakup sekitar 13,63%, Pemenuhan air dari penjual air sebesar 3,91% dan yang memenuhi kebutuhan air minum dari air botol kemasan sebesar 4,43%. Pada tahun 2015 dari data PDAM Kota Probolinggo tercatat sebanyak 48,98% dari total seluruh penduduk Kota Probolinggo telah menggunakan air produksi PDAM. Meskipun demikian angka ini masih jauh dari target pemerintah kota yakni sebesar 80% dari total penduduk yang ada. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu merencanakan sebuah sistem distribusi yang nantinya digunakan dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan air minum. Sistem yang direncanakan nantinya akan melayani daerah-daerah padat penduduk yang belum terlayani oleh pipa distribusi PDAM yang telah ada. Diantaranya adalah Kecamatan Kademangan, Kecamatan Kedopok, Kecamatan Wonoasih serta Kecamatan Kanigaran.

Dalam perencanaan sistem distribusi ini, analisis terhadap pipa primer eksisting yang ada akan dilakukan terlebih dahulu. Hal ini bertujuan agar mendapatkan analisis serta kajian-kajian awal yang nantinya dijadikan dasar dalam melakukan perencanaan pengembangan. Kemudian dalam menentukan besaran persentase pelayanan dari daerah pelayanan, akan disurvei sebanyak 20 KK dari masing-masing kecamatan yang menjadi daerah target pengembangan. Dari hasil analisis kedua hal inilah selanjutnya dapat ditentukan skenario-skenario yang akan

digunakan dalam perencanaan. Penyusunan skenario dari sistem ini akan digunakan program bantuan bernama *EPANET v2.0* yang outputnya nanti berupa data-data mengenai diameter pipa, panjang pipa, *headloss*, kecepatan aliran dalam pipa, sisa tekan, debit aliran, serta informasi mengenai pompa dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Terdapat 3 hasil akhir yang diharapkan dari perencanaan ini, yang pertama berupa analisis terhadap evaluasi pipa primer eksisting. Hasil analisis ini mengatakan bahwa pada saat ini terdapat 13 titik *tapping* yang memiliki nilai sisa tekan bernilai negatif serta terdapat 23 segmen pipa utama distribusi yang memiliki kecepatan dibawah 0,3 m/s. Hasil yang kedua yakni perbaikan pipa eksisting dan rencana pengembangan sistem distribusi air minum. Perbaikan pipa eksisting yang bermasalah dilakukan dengan memasang pipa paralel terhadap pipa yang bermasalah sehingga debit yang melintas pada pipa tersebut dapat terbagi pada jalur yang lain. Sebagai hasil yang ketiga, akan dihitung Rencana Anggaran Biaya dari perencanaan pengembangan ini yang didasarkan pada harga-harga ditahun perencanaan. Anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pengembangan tahap 1 dan tahap 2 secara berturut-turut sebesar Rp15.567.371.255,75 dan Rp5.265.363.952,95.

Selama masa rencana, ditemukan beberapa temuan lapangan yang berada diluar perkiraan. Pertama, terdapat pipa sepanjang 5000 m yang keberadaanya masih belum dimanfaatkan. Untuk mengurangi biaya investasi kedepan disarankan agar pipa ini dapat digunakan namun terlebih dahulu perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui kondisi fisik maupun kimianya. Selanjutnya ialah disarankan agar dilakukan perbaikan dari segi kebocoran fisik pipa dengan harapan perencanaan yang telah dilakukan dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Kemudian, berdasar perbandingan yang signifikan antara faktor jam puncak hasil perhitungan dengan hasil *RDS (Real Demand Survey)*, disarankan agar tiap-tiap sambungan rumah memiliki penampungan air (tandon).

**Kata kunci : Air Minum, Distribusi, *EPANET*, Kota Probolinggo, PDAM.**

## **DEVELOPMENT PLAN OF PROBOLINGGO DRINKING WATER DISTRIBUTION SYSTEM**

Name of Student : Ekadhana Chana Pratama  
NRP : 3313100003  
Department : Environmental Engineering  
Supervisor : Alfian Purnomo, ST., MT.

### **ABSTRACT**

Probolinggo city is one of the coastal town that are developing both in terms of economy and infrastructure. Along with these developments the fulfillment of the requirement for the availability of drinking water is also increasing. In probolinggo city the consumption tapped water dominate in the fulfillment of the needs of clean water everyday which is about 78.04% of households, but PDAM served only 13,63% household in the city, and the fulfillment of the water from the water-seller of 3.91% and households that meet the needs of drinking water from water bottles of 4.43%. By 2015 from data PDAM Probolinggo recorded as many as 48.98% of the entire population of the city has finally reached the production using water PDAM. However, this figure is still far from the target of the Government of the city amounting to 80% of the total population in probolinggo city. One effort that can be done is to plan a distribution sistem that will be used to meet the needs of drinking water community. The planned sistem will serve the areas of dense population that is not yet served by the distribution pipe PDAM. Among them are sub Kedamangan, sub Kedopok, sub Wonoasih, sub Kanigaran and sub Mayangan

In this distribution sistem plan, preliminary analysis will be conducted on existing primary pipes. It is intended that the analysis and the acquired studies will become the basis for planning development. Then to determine the percentage of service from the service area, will be surveyed as many as 20 families from each sub-district which is the target area of development. Then from the survey results can be determined scenarios to be used in the planning. The scenario arrangement of this sistem will use an aid program called EPANET v2.0 whose outputs include pipe diameter, pipe length, headloss, flow velocity in pipes, residual

press, flow discharge, pump information and required specifications.

In this drinking water distribution system plan there are three results obtained. The first result is an analysis of the existing primary pipe evaluation. From the analysis obtained 13 tapping points that gave negative pressure value and there are 23 main distribution pipes with speed less than 0.3 m / s. The second result is the repairment of the existing pipeline and the planned development of drinking water distribution system. Existing pipes can be repair by connecting a parallel pipe to the problematic pipe, so that the discharge passing through the pipe can be divided on another path. The third result, its also will be calculated budget plan of this development plan based on the prices in the plan year. The budget required for the development of Phase 1 and Phase 2 respectively amounted to Rp15,567,371,255.75 and Rp5,265,363,952.95.

During the planning process, was found several conditions are beyond estimates. First, there is a 5000-m pipeline which is still untapped. To reduce the investment cost, it is recommended that the pipe can be used for this plan. It's necessary to analyze the pipe to know the physical and chemical conditions of the pipe. Furthermore, it is advisable to make improvements to the physical leakage of pipes for effective and efficient planning process. Then, based on a significant comparison between peak hours of the calculation results and the RDS (Real Demand Survey) results, it is expected that each home connection has a water reservoir.

**Keyword(s): Distribution, Drinking Water, EPANET, PDAM, Probolinggo City.**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa mencurahkan berkat dan rahmat sehingga pengerjaan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan lancar. Tidak dapat dipungkiri hambatan dan permasalahan sering terjadi seiring berjalannya waktu. Namun berkat bantuan serta do'a yang diberikan secara tulus oleh orang-orang terdekat hingga akhirnya semua berjalan lancar. Dalam kesempatan ini saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Alfian Purnomo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pada pengerjaan tugas akhir ini, berkat arahan dan bimbingan beliau penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D., Bapak Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T., Bapak Dr.Ir. Mohammad Razif, MM., dan Bapak Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng. selaku dosen pengarah pada tugas akhir ini.
3. PDAM Kota Probolinggo, selaku sumber dan *partner* dalam berdiskusi tentang pengerjaan tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua penulis dan keluarga yang ada di Probolinggo yang senantiasa mendoakan serta memberikan semangat.
5. Teman-teman angkatan 2013 yang telah berjuang bersama dan saling bahu-membahu dalam menyelesaikan pengerjaan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis menyadari, tentunya banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karenanya penulis sangat mengharapkan saran maupun kritik yang membangun.

Surabaya, 26 Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Manfaat .....	4
BAB 2 GAMBARAN UMUM WILAYAH .....	5
2.1 Umum .....	5
2.2 Profil Wilayah dan Geografi .....	5
2.3 Demografi .....	7
2.4 Topografi dan Tata Guna Lahan .....	9
2.5 Hidrologi .....	9
2.6 Penyediaan Air Bersih .....	10
2.7 Cakupan Layanan .....	10
2.8 Sistem Pengaliran Air Bersih Eksisting .....	20
2.9 Kendala dan Masalah Kebocoran .....	25
BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA .....	27
3.1 Proyeksi Penduduk dan Fasilitas Umum .....	27
3.2 Kebutuhan Air .....	29
3.3 Fluktuasi Kebutuhan Air .....	31

3.4	Hidrolika Perpipaan .....	32
3.5	Kehilangan Tekanan .....	33
3.6	Sistem Pengaliran dan Distribusi .....	34
3.7	Sistem Jaringan Induk dan Distribusi .....	35
3.8	Blok Pelayanan .....	37
3.9	Pompa .....	38
3.10	Jenis Pipa dan Perlengkapan .....	40
3.11	Kriteria Perencanaan Sistem Distribusi Air Minum .....	43
3.12	Program Epanet 2.0 .....	45
BAB 4 METODE PERENCANAAN .....		49
4.1	Umum .....	49
4.2	Tahapan Penelitian .....	52
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN .....		57
5.1	Perhitungan Proyeksi Penduduk .....	57
5.2	Proyeksi Fasilitas Umum .....	62
5.3	Penentuan Blok Pelayanan .....	71
5.3.1	Jaringan Eksisting .....	71
5.3.2	Persentase Pelayanan Eksisting .....	71
5.3.3	Penentuan Blok Pelayanan .....	76
5.4	Perhitungan Kebutuhan Air .....	82
5.4.1	Komponen Kebutuhan Air Domestik .....	82
5.4.2	Komponen Kebutuhan Air Non Domestik .....	85
5.4.3	Kebocoran .....	88
5.4.4	Perhitungan Kebutuhan Air .....	88
5.5	Running Jaringan Eksisting .....	102
5.5.1	Pembuatan Model Jaringan Eksisting .....	102
5.5.2	Hasil dan Analisis Running Jaringan Eksisting .....	108

5.6	Rencana Pengembangan .....	136
5.6.1	Persentase Pelayanan Tahap Pengembangan .....	136
5.6.2	Skenario Pengembangan .....	142
5.6.3	Perhitungan Kebutuhan Air Tahap 1 dan Tahap 2 ..	146
5.7	Pengembangan Tahap 1 .....	152
5.7.1	Analisis Eksisting pada Pengaliran Debit Tahap 1 ..	152
5.7.2	Strategi Pengembangan Jaringan Tahap 1 .....	163
5.7.3	Strategi Sistem Pemompaan Pengembangan Tahap 1 .....	179
5.8	Pengembangan Tahap 2 .....	179
5.8.1	Analisis Jaringan Pada Tahap 1 terhadap Debit Puncak Tahap 2 .....	179
5.8.2	Strategi Pengembangan Jaringan Tahap 2 .....	183
5.8.3	Strategi Sistem Pemompaan Pengembangan Tahap 2 .....	196
5.9	Bill of Quantity dan Rencana Anggaran Biaya .....	197
5.9.1	Pekerjaan Tapping Baru .....	198
5.9.2	Pekerjaan Pemasangan/Perbaikan Junction .....	203
5.9.3	Pekerjaan Pipa-pipa Paralel .....	208
5.9.4	Pekerjaan Jembatan Pipa .....	232
5.9.5	Total Rencana Anggaran Biaya Tahap 1 dan Tahap 2 .....	244
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN .....	247
6.1	Kesimpulan .....	247
6.2	Saran .....	247
DAFTAR PUSTAKA	.....	249
LAMPIRAN A	.....	251
LAMPIRAN B	.....	281
LAMPIRAN C	.....	313
BIOGRAFI PENULIS	.....	315



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jumlah Penduduk Kota Probolinggo .....	7
Tabel 2.2	Cakupan Pelayanan PDAM Tahun 2011-2015 .....	13
Tabel 2.3	Persebaran Pelanggan PDAM Berdasarkan Struktur Tarif pada Tiap Kelurahan Tahun 2017.....	16
Tabel 2.4	Jumlah Total Pemakaian air per Struktur Tarif Pelanggan Tahun 2015 .....	18
Tabel 2.5	Kualitas Fisik Kimia Sumber Mata Air Ronggojalu Tahun 2017 .....	20
Tabel 2.6	Spesifikasi Pompa pada Tiap Rumah Pompa.....	24
Tabel 2.7	Produksi air, air terjual, dan Persentase Kebocoran Tahun 2016 .....	25
Tabel 3.1	Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Kategori Kota ....	30
Tabel 3.2	Kriteria dan Standar Kebutuhan Air Non Domestik....	31
Tabel 3.3	Nilai Koefisien Kekasaran Pipa (C) Hazen-Williams.	34
Tabel 3.4	Nilai Koefisien Kerugian Minor Losses.....	34
Tabel 3.5	Luas Permukaan dan Dimensi Thrust Block .....	43
Tabel 3.6	Jenis Pipa dan Koefisien H-W yang digunakan. ....	44
Tabel 3.7	Kriteria Perencanaan SPAM.....	45
Tabel 5.1	Perhitungan Koefisien Korelasi (k) pada Metode Aritmatik.....	58
Tabel 5.2	Perhitungan Korelasi (k) pada Metode Geometrik ....	58
Tabel 5.3	Perhitungan Korelasi (k) pada Metode Least Square	59
Tabel 5.4	Data Penduduk Kelurahan Triwung Kidul dan pertumbuhannya.....	60
Tabel 5.5	Proyeksi Penduduk Kelurahan Triwung Kidul .....	61
Tabel 5.6	Tabulasi Total Proyeksi Peduduk Kota Probolinggo masing-masing Kelurahan.....	63
Tabel 5.7	Tabulasi Total Proyeksi Fasilitas Umum Kota Probolinggo Tahun 2021 .....	67
Tabel 5.8	Tabulasi Total Proyeksi Fasilitas Umum Kota Probolinggo Tahun 2026 .....	69
Tabel 5.9	Persentase Pelayanan Eksisting masing-masing Kelurahan .....	75

Tabel 5.10 Pembagian Wilayah masing-masing Blok dan Cakupan Luasan perwilayah.....	77
Tabel 5.11 Perhitungan Kebutuhan Air Rumah Tangga A .....	83
Tabel 5.12 Perhitungan Kebutuhan Air Rumah Tangga B .....	84
Tabel 5.13 Kebutuhan Air Sektor Non Domestik Sosial Umum ..	87
Tabel 5.14 Kebutuhan Air Non-Domestik .....	88
Tabel 5.15 Persentase layanan masing-masing kelurahan tiap blok .....	89
Tabel 5.16 Pemakaian air sektor Non-Domestik .....	94
Tabel 5.17 Total kebutuhan air pada jam rata-rata Kota Probolinggo dari tahun 2017-2026.....	97
Tabel 5.18 Faktor Jam Puncak Hasil Survey .....	98
Tabel 5.19 Total kebutuhan air Kota Probolinggo pada jam puncak .....	101
Tabel 5.20 Data Elevasi dan Base Demand masing-masing Junction/Node .....	104
Tabel 5.21 Panjang, Diameter, dan Nilai kekasaran masing-masing pipa .....	106
Tabel 5.22 Data Reservoir dan Pompa Jaringan Eksisting .....	108
Tabel 5.23 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Rata-rata .....	111
Tabel 5.24 Detail Pipa-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Rata-rata .....	115
Tabel 5.25 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak.....	123
Tabel 5.26 Detail Link- Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak.....	130
Tabel 5.27 Persentase Pengembangan Layanan Air Minum masing-masing kecamatan.....	139
Tabel 5.28 Persentase Pelayanan Pengembangan 10 tahun kedepan Kecamatan Kademangan .....	139
Tabel 5.29 Persentase Pelayanan Pengembangan 10 tahun Kedepan Kota Probolinggo.....	140
Tabel 5.30 Persentase Skenario Pengembanagan Pelayanan.....	142
Tabel 5.31 Pemakaian air sektor Non-Domestik Tahun 2021....	147

Tabel 5.32 Total Kebutuhan Air Kota Probolinggo Tahap 1 dan Tahap 2 (Liter/detik) .....	150
Tabel 5.33 Detail Node-Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 Terhadap Jaringan Eksisting. ....	155
Tabel 5.34 Detail Link-Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 Terhadap Jaringan Eksisting. ....	159
Tabel 5.35 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1 .....	168
Tabel 5.36 Detail Link-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1 .....	174
Tabel 5.37 Detail Node-Titik Tapping dengan Sisa Tekan kurang dari 10m.....	180
Tabel 5.38 Detail Link-Pipa dengan nilai Headloss yang tinggi pada Uji Debit Tahap 2 terhadap jaringan Tahap 1 .....	183
Tabel 5.39 Detail Node-Hasil Running EPANET pengembangan Tahap 2.....	186
Tabel 5.40 Detail Link-Hasil Running EPANET pengembangan Tahap 2.....	192
Tabel 5.41 Rincian Anggaran Biaya Pekerjaan Tapping Blok Pengembangan Tahap 1 .....	200
Tabel 5.42 Nama-nama Junction dan Aksesoris Tambahan Tahap 1 dan Tahap 2 .....	203
Tabel 5.43 Rincian Pekerjaan Junction J-9 .....	205
Tabel 5.44 Tabulasi Total Anggaran Biaya Pemasagan/Perbaikan Junction Tahap 1 dan Tahap 2.....	207
Tabel 5.45 Pipa Baru Pengembangan Tahap 1 .....	209
Tabel 5.46 Pipa Baru Pengembangan Tahap 2 .....	211
Tabel 5.47 Anggaran Biaya Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa P-02a .....	212
Tabel 5.48 Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa-pipa Paralel Tahap 1.....	213
Tabel 5.49 Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa-pia Paralel Tahap 2.....	216
Tabel 5.50 Keterangan dimensi penanaman pipa .....	219

Tabel 5.51 Galian Tanah Biasa sedalam 2 m pipa PVC 5" .....	220
Tabel 5.52 Analisis Biaya Pemasangan Pipa berbagai Diameter dilokasi Tanah Biasa.....	221
Tabel 5.53 Analisis Biaya Pemasangan Pipa Berbagai Diameter dilokasi Jalan Beraspal .....	225
Tabel 5.54 Biaya Pemasangan Pipa Paralel .....	227
Tabel 5.55 Analisis Biaya Pengerjaan 1 m <sup>3</sup> beton Thrust Block	230
Tabel 5.56 Tabulasi Total Kebutuhan Biaya Pengerjaan Thrust Block. ....	231
Tabel 5.57 Pekerjaan Pembangunan Jembatan Pipa Dia. 10" bentang 7m.....	235
Tabel 5.58 Tabulasi Total Biaya Pekerjaan Jembatan Pipa.....	238
Tabel 5.59 Total Rencana Anggaran Biaya Pengembangan Tahap 1 .....	244
Tabel 5.60 Total Rencana Anggaran Biaya Pengembangan Tahap 2 .....	245

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Administratif Kota Probolinggo .....	6
Gambar 2.2 Peta Topografi Kota Probolinggo .....	11
Gambar 2.3 Peta Tata Guna Lahan .....	12
Gambar 2.4 Lokasi Rumah Pompa Utama dan Rumah Pompa Pembantu.....	23
Gambar 3.1 Sistem Cabang.....	36
Gambar 3.2 Sistem Loop.....	37
Gambar 3.3 Grafik Head-Kapasitas Susunan Pompa Paralel ....	39
Gambar 3.4 Grafik Head-Kapasitas Susunan Pompa Seri .....	39
Gambar 4.1 Kerangka Tugas Akhir .....	52
Gambar 5.1 Peta Eksisting Jaringan Pipa PDAM Kota Probolinggo .....	73
Gambar 5.2 Pembagian Blok Pelayanan Air Minum Kota Probolinggo.....	79
Gambar 5.3 Model EPANET Jaringan Pipa Induk Kota Probolinggo.....	103
Gambar 5.4 Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam rata- rata .....	109
Gambar 5.5 Titik Tekanan Negatif Sepanjang Jalan Sukapura dan Pertigaan Jalan Brantas-Jalan Prof. Dr. Hamka, Kecamatan Kademangan. ....	119
Gambar 5.6 Titik Tekanan Negatif Sekitaran Jalan Ikan Belanak, Kecamatan Mayangan. ....	120
Gambar 5.7 Titik Tekanan Negatif Sepanjang Jalan Pahlawan, Kanigaran.....	120
Gambar 5.8 Arah Aliran Air dan Unit Headloss sepanjang Pipa sekitaran Jalan Ikan Belanak, Kelurahan Mayangan. .....	121
Gambar 5.9 Hasil running EPANET jaringan Eksisting Jam Beban Puncak .....	125
Gambar 5.10 Detail Unit Headloss pada Jalur Pipa sepanjang Jalan Prof. Dr Hamka (a) dan Jalan Ir. Sutami (b)	135
Gambar 5.11 Rencana Wilayah Pengembangan Cakupan Pelayanan Air Minum Kota Probolinggo .....	137

Gambar 5.12	Rencana pengembangan blok-blok pelayanan Air Minum PDAM Kota Probolinggo.....	138
Gambar 5.13	Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 terhadap Jaringan Eksisting....	153
Gambar 5.14	Pipa P-10 pada Jaringan Eksisting. ....	164
Gambar 5.15	Kondisi Sebelum dan Sesudah Pemasangan Tapping.....	165
Gambar 5.16	Detail Pipa Paralel – Pipa sepanjang Jalan Prof. Dr. Hamka dan Ir. Sutami.....	167
Gambar 5.17	Hasil Running EPANET Pengembangan Jaringan Distribusi Tahap 1.....	169
Gambar 5.18	Hasil Running EPANET Debit Jam Puncak Tahap 2 terhadap Jaringan Pipa Tahap 1 .....	181
Gambar 5.19	Kondisi Pipa P-69 terhadap Aliran Debit Pengembangan Tahap 2.....	184
Gambar 5.20	Kondisi Pipa P-69 terhadap Aliran Debit Pengembangan Tahap 2.....	185
Gambar 5.21	Hasil Running EPANET Perbaikan dan Pengembangan Tahap 2.....	187
Gambar 5.22	Detail Junction Tapping Blok 1 .....	199
Gambar 5.23	Ilustrasi Penanaman Pipa.....	218
Gambar 5.24	(i) Denah thrust Block Bend 22,5° (ii) Potongan thrust block .....	229
Gambar 5.25	Tipikal Jembatan Pipa .....	233

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kehidupan manusia pada saat ini hampir 26% air yang digunakan berasal dari pegunungan di daratan dan 64% berasal dari air limpasan yang secara geografis hanya dapat diakses secara sementara. Tidak seperti sumber daya vital yang lain misalnya seperti minyak, tembaga, atau gandum, air bersih tidak memiliki pengganti dalam penggunaannya di kehidupan sehari-hari (Postel, 1996). Meningkatnya kebutuhan air bersih baik dalam segi kualitas maupun kuantitas memaksa manusia untuk mampu dalam memenuhi kebutuhan mereka akan air bersih.

Disisi lain sekitar 70% dari populasi manusia bermukim disekitaran garis pantai. Sebagian besar penduduk di wilayah pesisir bergantung pada air tanah untuk minum dan kegiatan ekonomi mereka. Terutama untuk daerah kering / gersang, air tanah merupakan sumber yang sangat penting yang juga tanpa disadari erat kaitannya dengan perubahan iklim serta perubahan jumlah penduduk. Oleh karena itu pengelolaan sumber daya air di pesisir harus mempertimbangkan ancaman-ancaman dari jumlah penduduk yang semakin meningkat dan perubahan iklim.

Perubahan iklim mengakibatkan ketersediaan akan air menjadi terganggu, salah satunya untuk daerah pesisir. Perubahan iklim diproyeksikan dapat mempengaruhi pantai dan / atau batas dari akuifer pantai, dan sumber-sumber air yang berdekatan dengan garis pantai yang biasa disebut dengan intrusi air laut (Jarsjo dan Destouni, 2004). Intrusi air laut yang diperburuk oleh eksploitasi secara terus menerus mengancam akuifer pantai dalam skala besar dan lambat laun akan mengakibatkan kontaminasi. Pencampuran 2% air laut (salinitas 35000 ppm TDS) dengan air tawar membuat campuran air non-konsumsi (tidak layak minum) dan pencampuran 5% air laut dengan air tawar membuatnya tidak layak untuk irigasi (Postel, 1996). Lebih parah lagi jika pencampuran terjadi dalam skala besar, hal ini dapat mengancam sumber air tawar utama bagi banyak orang di wilayah pesisir yang padat penduduk.

Kota Probolinggo adalah salah satu kota di Jawa Timur yang terletak 100 km sebelah tenggara Kota Surabaya. Kota ini merupakan daerah tepi pantai / pesisir yang berbatasan langsung dengan selat Madura di sebelah utaranya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik jumlah penduduk Kota Probolinggo sebesar 232.211 jiwa pada tahun 2017 dan kepadatan penduduk paling tinggi terjadi di daerah pesisir pantai (Kecamatan Mayangan, Kecamatan Kademangan bagian utara, dan Kecamatan Kanigaran).

Berdasarkan hasil survei EHRA (*Environmental Health Risk Assessment*) menunjukkan bahwa di Kota Probolinggo terdapat 4 (empat) sumber minum yang digunakan oleh masyarakat setempat, yakni Sumur, Air PDAM, Penjual Air dan Air Botol Kemasan. Sumur mendominasi pemenuhan kebutuhan akan air bersih sehari-hari yaitu sekitar 78,04% rumah tangga. Air PDAM mencakup sekitar 13,63% rumah tangga. Pemenuhan air dari penjual air sebesar 3,91% dan rumah tangga yang memenuhi kebutuhan air minum dari air botol kemasan sebesar 4,43% (Buku Putih Kota Probolinggo, 2010). Hampir seluruh penduduk disana beranggapan bahwa air yang berasal dari sumur masih bersih dan bebas dari kontaminan (bakteri *E. Coli*, kesadahan, dan Nutrient). Sehingga air sumur diambil secara langsung menggunakan pompa tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Masyarakat yang terlayani PDAM umumnya yang berada di jalan utama yang berada di Kecamatan Mayangan dan Kanigaran. Sedangkan masyarakat yang berada di Kecamatan Kademangan, Wonoasih dan Kedopak rata-rata menggunakan sumur.

Dengan memperhatikan angka penggunaan sumber air tersebut, tingginya penggunaan air tanah (sumur) oleh masyarakat Kota Probolinggo serta memperhatikan ancaman dari Intrusi air laut. Perlu adanya sebuah peningkatan pelayanan dari PDAM Kota Probolinggo. Dalam mendukung peningkatan pelayanan tersebut, diperlukan rencana pengembangan sistem distribusi air minum di Kota Probolinggo sampai akhir tahun 2026 nanti. Maka dari itu ditentukanlah "Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum Kota Probolinggo" sebagai judul Tugas Akhir ini.



## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana kondisi eksisting pipa distribusi air minum yang ada di Kota Probolinggo?
2. Bagaimana rencana pengembangan sistem distribusi air minum untuk daerah-daerah yang belum terlayani di kota Probolinggo?
3. Berapa biaya dalam perencanaan pengembangan sistem distribusi air minum Kota Probolinggo?

## **1.3 Tujuan**

1. Menganalisis kondisi eksisting sistem distribusi air minum PDAM Kota Probolinggo dan memberikan masukan sebagai peningkatan pelayanan pelanggan.
2. Merencanakan perbaikan dan pengembangan sistem distribusi air minum Kota Probolinggo berdasarkan hasil analisis eksisting.
3. Menghitung BOQ dan RAB perencanaan pengembangan distribusi air minum Kota Probolinggo.

## **1.4 Ruang Lingkup**

1. Perencanaan dilakukan di Kota Probolinggo, Jawa Timur.
2. Analisis pipa eksisting dilakukan pada pipa primer yang difokuskan pada analisis kemampuan pipa dalam proses pengembangan jaringan.
3. Perencanaan pengembangan dilakukan untuk wilayah Kecamatan Kademangan, Kedopok, Wonoasih serta Kecamatan Kanigaran yang belum terlayani.
4. Perencanaan Teknis Meliputi:
  - Daerah dan Blok Pelayanan
  - Jaringan Distribusi Air Minum
  - Perhitungan dimensi pipa dan pemilihan pipa.
  - *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)
5. Perencanaan sistem distribusi air minum menggunakan sistem *Loop* dengan model perencanaan menggunakan program Epanet 2.0
6. Penghitungan rencana anggaran biaya menggunakan harga pada tahun perencanaan.

### **1.5 Manfaat**

1. Memberikan rekomendasi rencana perbaikan dan pengembangan sistem distribusi air minum kepada PDAM Kota Probolinggo.
2. Memberikan rekomendasi rencana anggaran biaya pengembangan sistem distribusi air minum kepada PDAM Kota Probolinggo.

## **BAB 2**

### **GAMBARAN UMUM WILAYAH**

#### **2.1 Umum**

Kota Probolinggo merupakan salah satu kota yang terletak di wilayah timur provinsi Jawa Timur. Terletak sekitar 100 km sebelah tenggara Kota Surabaya. Kota Probolinggo sebagai pusat pelayanan sosial, administrasi pemerintahan serta penunjang perkembangan kegiatan sosial, ekonomi, dan budaya memiliki pertumbuhan penduduk yang terbilang cukup tinggi dari tahun ke tahun. Secara umum kondisi Kota Probolinggo dilihat dari beberapa aspek meliputi profil wilayah dan geografi, demografi, topografi dan tata guna lahan, serta hidrologinya.

#### **2.2 Profil Wilayah dan Geografi**

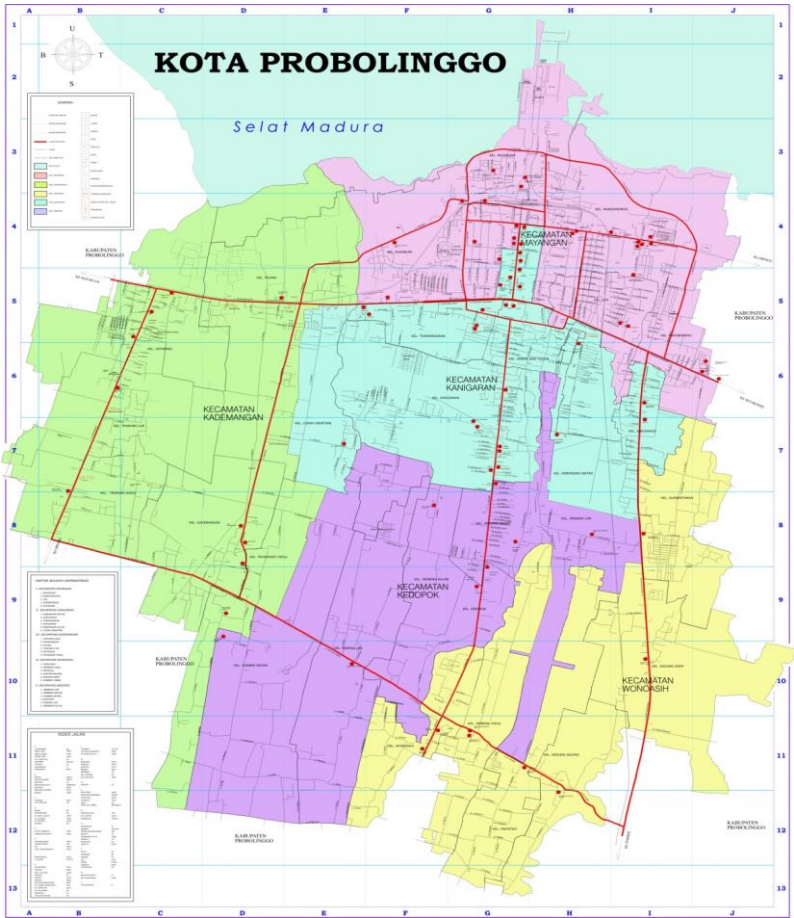
Letak Kota Probolinggo berada pada 7° 43' 41" sampai dengan 7° 49' 04" Lintang Selatan dan 113° 10' sampai dengan 113° 15' Bujur Timur dengan luas wilayah 56,667 Km<sup>2</sup>. Disamping itu Kota Probolinggo merupakan daerah transit yang menghubungkan kota-kota (sebelah timur Kota): Jember, Bondowoso, Situbondo, Lumajang, dengan kota-kota (sebelah barat Kota): Pasuruan, Malang, Surabaya.

Adapun batas wilayah administrasi Kota Probolinggo meliputi:

1. Sebelah Utara: Selat Madura
2. Sebelah Timur: Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo
3. Sebelah Selatan: Kecamatan Leces, Wonomerto, Sumberasih Kab. Probolinggo
4. Sebelah Barat: Kecamatan Sumberasih Kabupaten Probolinggo

Luas wilayah Kota Probolinggo tercatat sebesar 56.667 Km. Secara administrasi pemerintahan Kota Probolinggo terbagi dalam 5 Kecamatan dan 29 Kelurahan yang terdiri dari Kecamatan Mayangan terdapat 5 Kelurahan (Wiroborang, Jati, Sukabumi, Mangunharjo, Mayangan). Kecamatan Kademangan terdapat 6 Kelurahan (Triwung Kidul, Kademangan, Pohsangit Kidul, Pilang, Triwung Lor, Ketapang). Kecamatan Wonoasih terdapat 6 Kelurahan (Wonoasih, Jrebeng Kidul, Pakistaji, Kedunggaleng,

Kedung Asem, Sumber Taman). Kecamatan Kedopok terdapat 6 Kelurahan (Sumber Wetan, Kareng Lor, Kedopok, Jrebeng Kulon, Jrebeng Wetan, Jrebeng Lor). Sedangkan Kecamatan Kanigaran terdapat 6 Kelurahan (Curahgrinting, Kanigaran, Kebonsari Wetan, Sukoharjo, Kebonsari Kulon, Tisnonegaran). Agar dapat lebih memahami tentang daerah dan batasan-batasan Wilayah Kota Probolinggo berikut ini adalah Peta Administrasi Kota Probolinggo yang tersaji pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Peta Administratif Kota Probolinggo

## 2.3 Demografi

Sumber data kependudukan dapat diperoleh melalui sensus penduduk dan registrasi penduduk. Jumlah Penduduk Kota Probolinggo dari hasil Sensus Penduduk 2010 sebesar 217.679 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk pertahun 2000-2010 sebesar 1,26%. Persentase terbesar di Kecamatan Mayangan sebesar 28,2%, disusul Kanigaran 25,50%, Kademangan sebesar 17,40%, Wonoasih sebesar 14,80% dan Kedopok sebesar 14,1%. Dari hasil sensus penduduk tersebut dapat diketahui bahwasannya Kecamatan Mayangan memiliki jumlah penduduk yang paling banyak dibandingkan dengan empat kecamatan lainnya. Hal ini disebabkan karena Kecamatan Mayangan merupakan pusat dari Kota Probolinggo. Untuk lebih jelasnya data kependudukan kota probolinggo dari tahun 2010-2016 dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Jumlah Penduduk Kota Probolinggo

Kecamatan		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kademangan								
1	Triwung Kidul	8.021	8.144	8.257	8.348	8.489	8.604	8.715
2	Kadema- ngan	7.451	7.589	7.722	7.835	7.994	8.132	8.265
3	Pohsangit Kidul	4.559	4.602	4.639	4.664	4.715	4.751	4.785
4	Pilang	5.770	5.850	5.923	5.982	6.073	6.148	6.219
5	Trwiung Lor	6.238	6.441	6.641	6.829	7.063	7.281	7.501
6	ketapang	8.018	8.140	8.254	8.345	8.486	8.602	8.712
Jumlah		40.057	40.766	41.436	42.003	42.820	43.518	44.197
Kedopok								
1	Sumber Wetan	5.261	5.321	5.376	5.416	5.486	5.541	5.591
2	Kareng Lor	4.685	4.746	4.801	4.845	4.915	4.971	5.025
3	Jrebeng Kulon	4.138	4.189	4.236	4.270	4.329	4.376	4.420
4	Jrebeng Lor	9.034	9.096	9.147	9.174	9.251	9.300	9.343
5	Jrebeng Wetan	3.711	3.926	4.146	4.368	4.626	4.886	5.155

Lanjutan Tabel 2.1 Jumlah Penduduk Kota Probolinggo

Kecamatan		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kademangan								
6	Kedopok	3.674	3.772	3.765	3.798	3.853	3.897	3.938
Jumlah		30.50 3	31.05 0	31.47 1	31.87 1	32.46 0	32.97 1	33.47 2
Wonoasih								
1	Wonoasih	3.553	3.593	3.628	3.653	3.699	3.735	3.768
2	Jrebeng Kidul	4.746	4.806	4.861	4.903	4.973	5.028	5.080
3	Pakis Taji	4.704	4.761	4.811	4.850	4.914	4.966	5.014
4	Kedungga- leng	2.500	2521	2.540	2.551	2.577	2.595	2.611
5	Kedungasem	6.779	6835	6.883	6.911	6.979	7.025	7.066
6	Sumber Taman	9.495	9610	9.714	9.791	9.926	10.03 1	10.12 8
Jumlah		31.77 7	3212 6	32.43 7	32.65 9	33.06 8	33.38 0	33.66 7
Mayangan								
1	Wiroborang	6.209	6.274	6.331	6.370	6.446	6.503	6.555
2	Jati	13.25 8	13.28 5	13.29 5	13.26 5	13.31 3	13.31 7	13.31 2
3	Sukabumi	10.82 6	10.80 1	10.76 1	10.69 0	10.68 1	10.63 9	10.58 9
4	Mangunharjo	19.54 5	19.67 7	19.79 0	19.84 0	20.00 9	20.11 2	20.19 8
5	Mayangan	10.75 3	10.92 8	11.09 1	11.22 6	11.42 5	11.59 1	11.75 2
Jumlah		60.59 1	60.96 5	61.26 8	61.39 1	61.87 4	62.16 2	62.40 6
Kanigaran								
1	Curahgrinting	4.122	4.205	4.285	4.353	4.448	4.531	4.611
2	Kanigaran	18.35 7	18.51 0	18.64 3	18.72 2	18.90 7	19.03 5	19.15 0
3	Kebonsari Wetan	5.052	5.111	5.164	5.204	5.273	5.326	5.376
4	Sukoharjo	6.710	6.753	6.788	6.805	6.860	6.894	6.923
5	Kebonsari Kulon	14.58 9	14.65 8	14.71 0	14.72 9	14.81 2	14.85 9	14.89 3

Lanjutan Tabel 2.1 Jumlah Penduduk Kota Probolinggo

Kecamatan		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
6	Tisnone- garan	5.921	6.008	6.090	6.154	6.255	6.337	6.417
Jumlah		54.75 1	55.24 5	55.68 0	55.96 7	56.55 5	56.98 2	57.37 0
Total		21.76 79	22.01 52	22.22 92	22.38 91	22.67 77	22.90 13	23.11 12

Sumber: BPS Kota Probolinggo

## 2.4 Topografi dan Tata Guna Lahan

Wilayah Kota Probolinggo terletak pada ketinggian 0 sampai kurang dari 50 meter di atas permukaan air laut. Apabila ketinggian tersebut dikelompokkan atas ketinggian 0-10 meter, ketinggian 10-25 meter, dan ketinggian 25-50 meter. Semakin ke wilayah selatan, ketinggian dari permukaan laut semakin besar. Namun demikian seluruh wilayah Kota Probolinggo relatif berlereng (0 – 2%). Hal ini mengakibatkan masalah erosi tanah dan genangan cenderung terjadi di daerah ini. Meskipun merupakan wilayah perkotaan, pola penggunaan tanah di Kota Probolinggo ternyata masih terdapat lahan sawah seluas 1.967,70 hektar (21 %), lahan bukan sawah seluas 3.699,00 hektar (39,5 %). Lahan bukan sawah terbagi atas lahan kering 3.595,00 hektar (38,4 %) dan lahan lainnya (tambak) seluas 104 hektar (1,11%). Melihat potensi dan pemanfaatan wilayah demikian itu, banyak alternatif yang bisa dipilih untuk mengoptimalkan pemanfaatan dan pemberdayaan potensi daerah kota, guna mewujudkan visi Kota Probolinggo sebagai kota tujuan investasi yang perspektif, kondusif dan partisipatif.

Untuk lebih memahami tentang topografi dan kondisi tata guna lahan di Kota Probolinggo dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3 berikut ini.

## 2.5 Hidrologi

Di wilayah Kota Probolinggo terdapat 6 sungai besar yaitu Kali Kedunggaleng, Umbul, Banger, Legundi, Kasbah, dan Pancur. Sungai-sungai tersebut mengalir sepanjang tahun, mengalir dari arah selatan ke utara sesuai dengan kelerengan wilayah dan mempunyai hulu di wilayah Kabupaten Probolinggo. Untuk keperluan usaha pertanian, sungai-sungai tersebut telah

dimanfaatkan seluruhnya melalui saluran-saluran irigasi yang dibangun untuk maksud itu. Selain sungai, sumber air irigasi lainnya adalah mata air yang terdapat di berbagai tempat. Penduduk yang belum mendapat fasilitas air PDAM umumnya menggunakan air tanah sebagai sumber air minum. Hal ini dilakukan dengan menggunakan sumur atau pompa. Kedalaman air tanah yang dilihat dari kedalaman sumur, bervariasi antara kedalaman 3 sampai 12 meter.

## **2.6 Penyediaan Air Bersih**

Kebutuhan akan air bersih dan air minum merupakan salah satu kebutuhan penting bagi manusia. Pemenuhan kebutuhan akan air minum oleh masyarakat dilakukan dengan melalui berbagai cara yaitu dengan memanfaatkan air kemasan, PDAM, pompa, sumur terlindung, sumur tidak terlindung, mata air terlindung, mata air tidak terlindung, air sungai, air hujan dan lainnya. Pada data tingkat pelayanan air minum melalui sistem jaringan perpipaan PDAM pada tahun 2015 tingkat cakupan pelayanannya mencapai 48,98% dari total jumlah penduduk. Hal ini mengindikasikan bahwa perlu upaya peningkatan pelayanan dan pengelolaan air minum karena masih banyak penduduk yang belum terlayani.

## **2.7 Cakupan Layanan**

Pelayanan air bersih di Kota Probolinggo telah mencapai hampir seluruh wilayah Kota Probolinggo, akan tetapi jumlah dan ketersediaan jaringannya tidak merata diantara 5 kecamatan. Penyediaan sarana dan prasarana air bersih dilakukan oleh pemerintah setiap tahun sebagai bagian dari pelaksanaan pembangunan Probolinggo. Penyediaan ini terdiri dari 2 jenis, yaitu sistem jaringan PDAM dan sistem jaringan Non-PDAM. Sistem jaringan PDAM terdiri dari fasilitas produksi, jaringan transmisi, dan jaringan distribusi. Sistem jaringan non-PDAM dilakukan oleh mayoritas penduduk yang berada di bagian selatan Kota Probolinggo sementara itu jaringan PDAM sampai saat ini baru melayani penduduk pada bagian utara Kota Probolinggo.

Hingga akhir Tahun 2015, cakupan pelayanan dari PDAM dalam penyediaan air bersih bagi kebutuhan masyarakat Kota





JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**Gambar 2.2 Peta Topografi  
Kota Probolinggo**

LEGENDA :

- : BATAS KEKURAHAN
- : BATAS KECAMATAN
- : BATAS KOTA
- : JALAN PROTOKOL
- : JALAN
- : REL KERETA API
- : REL LORI
- : 0 - 25 METER
- : 25 - 50 METER
- : 50 METER

- : MASJID
- : VIHARA
- : GEREJA
- : PURA
- : SEKOLAH
- : HOTEL
- : PASAR
- : RUMAH SAKIT
- : KUBURAN
- : KANTOR PEMERINTAHAN
- : TERMINAL-GARASI BUS
- : GARDU LISTRIK TEG. TINGGI
- : POM BENSIN
- : KANTOR POLISI

SUMBER : PEMERINTAH KOTA PROBOLINGGO



11

SKALA :



DAFTAR WILAYAH ADMINISTRASI	
I. KECAMATAN MAYANGRAJA	1. MAYANGRAJA
II. KECAMATAN KADIMANGAN	1. KADIMANGAN
III. KECAMATAN KANIGARAN	1. KANIGARAN
IV. KECAMATAN KEDOFOK	1. KEDOFOK
V. KECAMATAN WONKASIH	1. WONKASIH





JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**Gambar 2.3 Tata Guna Lahan Kota Probolinggo**

LEGENDA :

-  **Pariwisata**
-  **Mangrove**
-  **Perkantoran**
-  **Perdagangan dan Jasa**
-  **Permukiman**
-  **Sawah**
-  **Industri dan Gudang**

-  : MASJID
-  : VIHARA
-  : GEREJA
-  : PURA
-  : SEKOLAH
-  : HOTEL
-  : PASAR
-  : RUMAH SAKIT
-  : KUBURAN
-  : KANTOR PEMERINTAHAN
-  : TERMINAL-GARASI BUS
-  : GARDU LISTRIK TEG. TINGGI
-  : POM BENSIN
-  : KANTOR POLISI

SUMBER : PEMERINTAH KOTA PROBOLINGGO



12

SKALA :



Probolinggo adalah sebesar 48,98%. Jumlah sambungan rumah (SR) dari tahun 2011 hingga akhir tahun 2015 meningkat dari 16.342 menjadi 17.990 sambungan. Berikut disajikan data mengenai cakupan pelayanan PDAM Kota Probolinggo dari tahun 2011 hingga tahun 2015 pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Cakupan Pelayanan PDAM Tahun 2011-2015

Uraian	Tahun				
	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Kecamatan Mayangan</b>					
Jumlah Penduduk	60.918	60.468	60.095	60.095	59.616
Jumlah Pelanggan	9.478	9.800	10.017	10.023	10.128
Cakupan Pelayanan	56.868	58.800	60.102	60.138	60.768
Persentase (%)	93,35	97,24	100	100	100
<b>Kecamatan Kademangan</b>					
Jumlah Penduduk	38.268	38.992	38.488	39.488	39.434
Jumlah Pelanggan	1.341	1.445	1.592	1.665	1.694
Cakupan Pelayanan	8.046	8.670	9.552	9.990	10.164
Persentase (%)	21,02	22,23	24,19	25,29	25,77
<b>Kecamatan Wonoasih</b>					
Jumlah Penduduk	32.409	32.526	32.645	32.645	32.835
Jumlah Pelanggan	882	911	926	937	945
Cakupan Pelayanan	5.292	5.466	5.556	5.622	5.670
Persentase (%)	16,33	16,80	17,01	17,22	17,27
<b>Kecamatan Kanigaran</b>					
Jumlah Penduduk	55.594	55.880	56.111	56.111	56.397
Jumlah Pelanggan	4.117	4.345	4.515	4.545	4.501
Cakupan Pelayanan	24.702	26.070	27.090	26.724	27.006
Persentase (%)	44,43	46,65	48,28	47,62	47,88

Lanjutan Tabel 2.2 Cakupan Pelayanan PDAM Tahun 2011-2015

Uraian	Tahun				
	2011	2012	2013	2014	2015
Kecamatan Kedopok					
Jumlah Penduduk	30.872	31.273	31.689	31.689	32.096
Jumlah Pelanggan	524	541	558	723	732
Cakupan Pelayanan	3.144	3.246	3.348	4.338	4.392
Persentase (%)	10,18	10,38	10,56	13,68	13,68
Cakupan Layanan PDAM					
Jumlah Penduduk	218.061	219.139	220.028	220.028	220.378
Jumlah Pelanggan	16.342	17.042	17.608	17.802	17.990
Cakupan Pelayanan	98.052	102.252	105.648	106.812	107.940
Persentase (%)	44,97	46,67	48,01	48,54	48,98
<b>Perolehan Pelanggan</b>	<b>490</b>	<b>794</b>	<b>741</b>	<b>372</b>	<b>332</b>

Sumber: PDAM Kota Probolinggo

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa Kecamatan Mayangan dan Kanigaran merupakan wilayah yang paling banyak terlayani sistem air bersih dari PDAM Kota Probolinggo, dimana sekitar 88% pelanggan PDAM Kota Probolinggo berada di wilayah kedua kecamatan ini. Kondisi ini memang sesuai karena pada wilayah Kecamatan Mayangan dan Kecamatan Kanigaran terdapat banyak permukiman penduduk dan pusat aktifitas warga lainnya. Sementara itu pada kecamatan Kademangan, Kedopok, dan Wonoasih, jumlah dan proporsi pelanggan air cenderung lebih sedikit, hanya sekitar 12%. Hal ini disebabkan rendahnya tingkat kepadatan penduduk, tingkat pendapatan penduduk, tidak tersedianya jaringan distribusi, serta mayoritas masyarakat lebih memilih untuk memanfaatkan air bersih yang berasal dari sumur gali dan mata air.

Pelayanan yang dilakukan oleh pihak PDAM Kota Probolinggo mencakup elemen domestik dan Non-Domestik yang

dibagi berdasarkan klasifikasi tarif yang berbeda. Struktur tarif tersebut didasarkan pada Peraturan Walikota No. 42 Tahun 2013 tentang tarif air minum. Berikut daftar masing-masing golongan struktur tarif pelanggan PDAM Kota Probolinggo.

- a. Sosial Umum
- b. Sosial Khusus
- c. Rumah Tangga A
- d. Rumah Tangga B
- e. Instansi
- f. Niaga Besar
- g. Industri Kecil
- h. Industri Besar
- i. Khusus
- j. Target Industri Besar
- k. Industri Khusus

Berikut struktur tarif pelanggan beserta persebarannya di tiap-tiap kelurahan di Kota Probolinggo yang disajikan pada Tabel 2.3 dan data Jumlah pemakaian air pada tiap-tiap jenis tarif pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Persebaran Pelanggan PDAM Berdasarkan Struktur Tarif pada Tiap Kelurahan Tahun 2017

Kelurahan		Sosial Umum	Sosial Khusus	Rumah Tangga A	Rumah Tangga B	Instansi	Niaga Kecil	Niaga Besar	Industri Kecil	Industri Besar	Khusus	Target Industri Besar	Industri Khusus	Jumlah
Kademangan														
1	Triwung Kidul	1	2	149	10									162
2	Kademangan		3	36	36	1	4							80
3	Pohsangit Kidul													0
4	Pilang	1	3	350	127	1	11	2	1	3				499
5	Trwiung Lor	1		150	206	1	1	1						360
6	ketapang	5	4	298	280	4	6							597
Jumlah		8	12	983	659	7	22	3	1	3	0	0	0	1.698
Kedopok														
1	Sumber Wetan													0
2	Kareng Lor	1	3	111	38									153
3	Jrebeng Kulon	1	2	32	28									63
4	Jrebeng Lor	2	1	41	10									54
5	Jrebeng Wetan	3	2	209	236	2	11							463
6	Kedopok		3	11	12	5								31
Jumlah		7	11	404	324	7	11	0	0	0	0	0	0	764
Wonoasih														
1	Wonoasih		1	5	12	1	1							20
2	Jrebeng Kidul				8	11		1						20
3	Pakis Taji	1		97	29	1								128
4	Kedunggaleng													0
5	Kedungasem													0
6	Sumber Taman	5	3	600	170	1								779
Jumlah		6	4	702	219	14	1	1	0	0	0	0	0	947

Lanjutan Tabel 2.3 Persebaran Pelanggan PDAM Berdasarkan Struktur Tarif pada Tiap Kelurahan Tahun 2017

Kelurahan	Sosial Umum	Sosial Khusus	Rumah Tangga A	Rumah Tangga B	Instansi	Niaga Kecil	Niaga Besar	Industri Kecil	Industri Besar	Khusus	Target Industri Besar	Industri Khusus	Jumlah
Mayangan													
1 Wiroborang	10	7	657	382	3	17							1.076
2 Jati	24	11	1.013	392	17	107	1	2					1.567
3 Sukabumi	26	37	1.334	688	52	51	13						2.201
4 Mangunharjo	47	25	2.823	844	28	183	6		1				3.957
5 Mayangan	25	11	1.184	194	24	36	3	6	2	2	1	1	1.489
Jumlah	132	91	7.011	2.500	124	394	23	8	3	2	1	1	10.290
Kanigaran													
1 Curahgrinting	6	2	319	163	3	7							500
2 Kanigaran	18	16	726	611	13	12							1.396
3 Kebonsari Wetan	2		70	6	1								79
4 Sukoharjo	8	9	191	84	2	6							300
5 Kebonsari Kulon	20	15	683	307	6	187	4	2					1.224
6 Tisnonegaran	16	20	584	301	51	88	19	1	1				1.081
Jumlah	70	62	2.573	1.472	76	300	23	3	1	0	0	0	4.580

Sumber: PDAM Kota Probolinggo

Tabel 2.4 Jumlah Total Pemakaian air per Struktur Tarif Pelanggan Tahun 2015

BULAN	SOSIAL UMUM		SOSIAL KHUSUS		RUMAH TANGGA A		RUMAH TANGGA B		INSTANSI	
	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL
Januari	5.262	221	8.438	176	203.083	11.369	95.437	5.067	21.540	213
Februari	5.014	221	8.925	176	187.749	11.361	91.055	5.083	20.092	213
Maret	5.106	219	8.177	177	188.932	11.364	90.710	5.108	20.979	213
April	5.501	219	8.971	177	204.304	11.363	97.073	5.131	20.764	213
Mei	5.124	219	9.258	177	190.952	11.363	93.238	5.138	20.320	213
Juni	5.712	219	8.974	177	193.171	11.376	91.215	5.144	21.488	213
Juli	5.933	219	7.096	177	192.718	11.393	92.792	5.138	22.662	213
Agustus	5.739	219	8.068	177	209.136	11.409	97.663	5.130	23.442	214
September	5.517	219	8.879	177	193.562	11.462	93.310	5.124	23.283	214
Oktober	5.674	219	9.276	177	198.430	11.481	95.826	5.122	22.723	214
November	5.304	219	10.193	177	202.289	11.488	96.101	5.120	23.118	214
Desember	5.111	219	8.964	177	193.017	11.504	90.653	5.118	24.067	216
<b>Jumlah (m<sup>3</sup>)</b>	<b>64.997</b>		<b>105.219</b>		<b>2.357.343</b>		<b>1.125.073</b>		<b>264.478</b>	



Lamjutan Tabel 2.4 Jumlah Total Pemakaian Air per Struktur Tarif Pelanggan Tahun 2015

BULAN	NIAGA KECIL		NIAGA BESAR		INDUSTRI KECIL		INDUSTRI BESAR		KHUSUS		TARGET IND.BESAR		INDS. KHUSUS		TOTAL	
	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL	m <sup>3</sup>	JML PEL
Januari	14.068	719	3.281	48	482	7	1.504	10	290	1	4.131	1	21.082	1	378.598	17.833
Februari	12.624	717	3.547	48	434	7	1.644	10	565	1	2.133	1	18.456	1	352.238	17.839
Maret	13.041	719	3.176	48	364	7	1.649	10	485	1	1.578	1	20.960	1	355.157	17.868
April	13.532	714	3.194	48	299	7	1.756	10	236	1	3.123	1	19.937	1	378.690	17.885
Mei	12.795	715	3.055	48	275	7	1.637	10	653	1	1.698	1	20.553	1	359.558	17.893
Juni	12.667	713	3.134	48	375	7	1.687	11	281	1	1.179	1	21.359	1	361.242	17.911
Juli	12.889	716	3.507	48	364	7	1.793	11	235	1	1.526	1	20.811	1	362.326	17.925
Agustus	13.839	722	3.455	48	295	7	1.665	11	465	1	1.347	1	21.681	1	386.795	17.940
September	14.361	723	3.541	48	214	7	1.947	11	380	1	482	1	21.245	1	366.721	17.988
Oktober	13.671	722	3.695	48	254	7	1.763	11	322	1	679	1	22.398	1	374.711	18.004
November	13.875	720	3.353	48	391	7	1.954	11	433	1	1.576	1	20.845	1	379.432	18.007
Desember	13.323	717	3.005	48	584	7	1.653	11	405	2	857	1	20.501	1	362.140	18.021
<b>Jumlah (m<sup>3</sup>)</b>	<b>160.685</b>		<b>39.943</b>		<b>4.331</b>		<b>20.652</b>		<b>4.750</b>		<b>20.309</b>		<b>249.828</b>		<b>4.417.608</b>	

Sumber: PDAM Kota Probolinggo

## 2.8 Sistem Pengaliran Air Bersih Eksisting

Dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat kota Probolinggo, pihak PDAM memanfaatkan mata air Ronggojalu sebagai sumber air produksi. Proses produksi yang dilakukan yakni sebatas pengolahan secara kimia dan pemompaan langsung kepada pelanggan. Pengolahan ini dilakukan karena kualitas air baku yang dimiliki mata air Ronggojalu sangat baik kondisinya. Berikut data kualitas mata air Ronggojalu yang dijadikan air baku produksi yang disajikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kualitas Fisik Kimia Sumber Mata Air Ronggojalu Tahun 2017

N o	Parameter	Satu- an	Metode	Batas Maksimum yang diperbole- han	Lim it Det eksi (LD)	Hasil
	<b>I. Fisika</b>					
1	Suhu	°C	SNI 06 6989 23 2005	Suhu Udara ± 3°C	0,1	25
2	Bau**	-	IK KFA 31	Tidak berbau	-	Tidak berbau
3	Jumlah Zat Padat Terlarut**	mg/l	SNI 06 6989 26 2005	1.500	1	192
4	Kekeruhan**	Skala NTU	SNI 06 6989 25 2005	25	0,06	0,53
5	Rasa**	-	IK KFA 32	Tidak berasa	-	Tidak berasa
6	Warna**	TCU	SNI 06 6989 24 2005	50	1	1
7	Daya Hantar Listrik (DHL)**	µmho s/cm	SNI 06 6989 1 2004	-	2	365
	<b>II. Kimia</b>					
	<b>a. Kimia Anorganik</b>					
1	pH	#	SNI 06 6989 11 2004	6,5 - 9	0,01	7,36
2	Flourida**	mg/l	SNI 06 6989 29 2005	1,5	0,01	0,17
3	Besi	mg/l	SNI 06 6989 4 2009	1	0,00 37	< LD
4	Mangan	mg/l	SNI 6989 5 2009	0,5	0,04 91	< LD

Lanjutan Tabel 2.5 Kualitas Fisik Kimia Sumber Mata Air Ronggojalu Tahun 2017

No	Parameter	Satuan	Metode	Batas Maksimum yang diperbolehkan	Limit Deteksi (LD)	Hasil
5	Kadmium*	mg/l	SNI 06 6989 16 2009	0,005	0,001	< LD
6	Kromium. Valensi 6*	mg/l	SNI 6989 53 2009	0,05	0,003	< LD
7	Timbal*	mg/l	SNI 6989 8 2009	0,05	0,0036	< LD
8	Seng	mg/l	SNI 6989 7 2009	15	0,0075	< LD
9	Kesadahan sebagai CaCO <sub>3</sub>	mg/l	SNI 06 6989 12 2004	500	2	115,92
10	Khlorida	mg/l	SNI 6989 19 2009	600	0,986	13,938
11	Nitrat Sebagai N**	mg/l	S.M.P 2005 4500-NO <sub>3</sub> -B	10	0,0019	1,0639
12	Nitrit Sebagai N	mg/l	SNI 06 6989 9 2004	1	0,0021	< LD
13	Sulfat	mg/l	SNI 6989 20 2009	400	0,0693	2,9
<b>b. Kimia Organik</b>						
1	Zar Organik (KMnO <sub>4</sub> )	mg/l	SNI 06 6989 22 2004	10	0,28	< LD
2	Deterjen	mg/l	S.M.P 5540 C 2005	0,5	0,001	0,369

- Tidak dipersyaratkan

\*

Zat Kimia bersifat racun

# Tidak ada satuan

\*\*

belum termasuk ruang lingkup akreditasi

Sumber: PDAM Kota Probolinggo

Mata air Ronggojalu terletak didalam wilayah Kabupaten Probolinggo tepatnya di Desa Tegalsiwalan, kecamatan Leces. Sumber mata air Ronggojalu pada dasarnya memiliki kapasitas 2.500 liter/detik yang dalam pemanfaatannya digunakan bersama dengan pemerintah daerah Kabupaten Probolinggo. Meskipun berada pada ketinggian 42 m diatas permukaan laut, dalam pengoperasiaan penyaluran air kepada masyarakat pihak PDAM

menggunakan bantuan pompa untuk mengantisipasi kehilangan energi di sepanjang pipa distribusi.

Sistem pemompaan dilakukan pada beberapa titik dengan tujuan memenuhi kebutuhan tekanan pada titik-titik terjauh dari pusat pemompaan pada waktu-waktu tertentu. Pompa intake yang terletak di sumber air memiliki kapasitas 360 lt/detik yang dioperasikan 24 jam sehari dan pompa pembantu di 3 titik berbeda (Mayangan 65 liter/detik, Randupangger 60 liter/detik, dan Wonoasih 60 liter/detik) yang hanya dioperasikan pada pemakaian puncak yakni pada jam 05.00 - 07.00 dan 15.00 – 17.00. Berikut disajikan konsep pengaliran air dari mata air Ronggojalu menuju pelanggan dan spesifikasi pompa pada tiap-tiap titik pemompaan pada Gambar 2.4 dan Tabel 2.6 secara berurutan.

Dari informasi spesifikasi pompa pada Tabel 2.6 diketahui jika pemompaan pada rumah pompa Ronggojalu menggunakan 3 buah pompa dengan total pemompaan maksimal yang bisa dilakukan sebesar 360 liter/detik. Tersedia pula pompa cadangan sebanyak 3 buah pompa dimana 1 diantaranya dalam kondisi rusak.



Tabel 2.6 Spesifikasi Pompa pada Tiap Rumah Pompa

Spesifikasi	Ronggojalu						Wonoasih	Randupangger	Mayangan
	1	2	3	4	5	6			
Merk	ANDRIT	AJAX ELITE	ANDRIT	TORISHIMA	TORISHIMA	TORISHIMA	TORISHIMA	TORISHIMA	TORISHIMA
Type	150/40	150/32	150/32	150/40	142/82	150/40	150X125-100	150X125-100	150X125-100
Head	45 m. 4.5 ATM	32 m. 3.2 ATM.	45 m. 4.5 ATM	50 m. 5.0 ATM	45 m. 4.5 ATM	50 m. 5.0 ATM	45 m. 4.5 ATM	45 m. 4.5 ATM	45 m. 4.5 ATM
Cos $\phi$	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Daya	45 KW	45 KW	45 KW	90 KW	75 KW	90 KW	45 KW	45 KW	45 KW
Ampere				160 Ampere	120 Ampere	160 Ampere			
RPM	1.480 Rpm	1.480 Rpm	1.480 Rpm	1.480 Rpm	1.480 Rpm	1.480 Rpm	1.480 Rpm	1.480 Rpm	1.480 Rpm
Voltage	380 Volt	380 Volt	380 Volt	380 Volt	380 Volt	380 Volt	380 Volt	380 Volt	380 Volt
Hz	5,3 bar	-	5,3 bar	5,3 bar	5,3 bar	5,3 bar	5,0 bar	5,0 bar	5,0 bar
Debit	60 ltr/ det. 216 m <sup>3</sup> / jam	66 ltr/ det. 237 m <sup>3</sup> / jam	60 ltr/ det. 216 m <sup>3</sup> / jam	130 ltr/ det. 468 m <sup>3</sup> / jam	100 ltr/ det. 360 m <sup>3</sup> / jam	130 ltr/ det. 468 m <sup>3</sup> / jam	50 ltr/ det. dan 50 ltr/det	50 ltr/ det dan 25 liter/detik	50 ltr/ det dan 25 ltr/detik
Keterangan	CADANGAN	(AFKIR/ RUSAK)	CADANGAN	OPERASIONAL (24 JAM)	OPERASIONAL (24 JAM)	OPERASIONAL (24 JAM)	KONDISIONAL	KONDISIONAL	KONDISIONAL

Sumber: PDAM Kota Probolinggo

## 2.9 Kendala dan Masalah Kebocoran

Ketersediaan dan kontinuitas air bersih PDAM Kota Probolinggo sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

1. Kebocoran pipa transmisi pada bagian pembuangan udara di setiap jembatan yang dilintasi pipa distribusi air bersih PDAM. Kebocoran pipa juga terjadi pada pipa-pipa servis cabang dari pipa utama. Berikut disajikan data kebocoran pipa secara keseluruhan tiap bulannya pada Tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.7 Produksi air, air terjual, dan Persentase Kebocoran Tahun 2016

No	Bulan	Produksi Air (m3)	Air Terjual (m3)	Kebocoran	%
1	Januari	525.100	402.957	122,143	23.26
2	Februari	477.500	366.077	111,423	23.33
3	Maret	500.100	380.037	120,063	24.01
4	April	486.700	370.064	116,636	23.96
5	Mei	521.900	395.642	126,258	24.19
6	Juni	493.800	374.557	119,243	24.15
7	Juli	510.700	387.279	123,421	24.17
8	Agustus	467.200	370.215	96,985	20.76
9	September	517.700	392.818	124,882	24.12
10	Oktober	506.900	384.213	122,687	24.20
11	November	518.000	392.943	125,057	24.14
12	Desember	501.800	380.878	120,922	24.10
Rata-rata		502.283	383.140	119.143	23,70

Sumber: PDAM Kota Probolinggo

2. Kebocoran pipa jenis asbes karena tekanan dan kapasitas air bersih yang disalurkan tidak stabil (Jl Panglima Sudirman);
3. Terjadinya listrik mati yang mempengaruhi kinerja pompa PDAM di mata air Ronggojalu, karena membutuhkan waktu untuk menyalakan genset;

4. Wilayah – wilayah yang sering mengalami gangguan terhadap aliran air bersih pada sambungan rumah tangga antara lain:
- Wilayah kecamatan Kademangan yang mengalami gangguan berupa air kecil yaitu di kawasan Perumahan Kopian Barat sebelah selatan;
  - Wilayah kecamatan Kanigaran yang sering mengalami gangguan aliran air yaitu di kawasan sepanjang Jalan Letjen Sutoyo karena elevasi jalan yang meninggi kearah selatan;
  - Wilayah kecamatan Mayangan yang mengalami gangguan berupa air kecil yaitu di kawasan Jl. Ikan Hiu. Jl. Ikan Dorang dan Jl. Ikan Kakap karena diameter pipa sudah tidak mencukupi dibandingkan jumlah pelanggan yang ada.



## BAB 3

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 3.1 Proyeksi Penduduk dan Fasilitas Umum

Maksud dari Proyeksi Penduduk adalah untuk memberikan jumlah penduduk di masa mendatang. Dengan berdasarkan proyeksi jumlah penduduk maka dapat diperkirakan pula kebutuhan air bersih untuk masa yang akan datang.

Kebutuhan air minum akan meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Perkiraan jumlah penduduk untuk masa perencanaan beberapa tahun mendatang menggunakan metode-metode proyeksi tertentu. Hasil dari proyeksi penduduk ini memang bersifat subyektif dan kurang tepat, tetapi langkah perencanaan tersebut telah melalui pertimbangan dan metode yang sudah teruji sebelumnya.

##### a. Metode Proyeksi Penduduk

Ada beberapa macam metode dalam memproyeksikan jumlah penduduk. Dalam penulisan tugas akhir ini yang akan digunakan yakni Metode Perhitungan Geometrik, Metode Aritmatik, dan Metode *Least Square*.

##### 1. Metode Perhitungan Geometrik

Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda dengan pertambahan penduduk awal. Metoda ini memperhatikan suatu saat terjadi perkembangan menurun kemudian akan mantap yang disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum.

Rumus:

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

$P_n$  = Jumlah penduduk setelah tahun ke  $n$

$P_o$  = Jumlah penduduk pada tahun awal

$n$  = Kurun waktu tertentu

$r$  = rata-rata kenaikan penduduk per tahun

##### 2. Metode Perhitungan Aritmatik

Metode ini adalah metode perhitungan perkembangan penduduk dengan jumlah konstan setiap tahun (*absolute number*) dengan rumus sebagai berikut:

$$P_n = P_o + (r \times n) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

P<sub>n</sub> = Jumlah penduduk setelah tahun ke n

P<sub>o</sub> = Jumlah pada tahun awal

n = Kurun waktu tertentu

r = Presentase rata-rata kenaikan penduduk per tahun

### 3. Metode Perhitungan Least Square

Metode ini dipergunakan untuk garis regresi linear yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lampau menggambarkan kecenderungan garis linear, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Metode ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara sumbu Y (jumlah penduduk) dengan sumbu X (tahun) dengan cara menarik garis linear antara data-data tersebut, dan meminimkan jumlah pangkat dua dari masing-masing penyimpangan jarak data-data dengan garis yang dibuat (Mangkoedihardjo, 1985).

Rumus:

$$P_n = a + (b \times t) \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

P<sub>n</sub> = Jumlah penduduk setelah tahun ke n

$$a = \frac{\{(\sum p)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum p.t)\}}{\{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}}$$

$$b = \frac{\{n(\sum p.t) - (\sum t)(\sum p)\}}{\{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}}$$

t = selisih/interval tahun

n = Jumlah data

### **b. Pemilihan Metode Proyeksi Penduduk**

Untuk menentukan metoda proyeksi penduduk yang paling mendekati kenyataan dari ketiga macam metoda matematis tersebut, maka perlu dihitung koefisien korelasinya (k) yang paling tepat yaitu nilai yang mendekati satu (1).

Rumus:

$$k = \frac{n(\sum XY)(\sum Y)}{\sqrt{[n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]} \sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2]}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

k = koefisien korelasi

X = nomor data

Y = data penduduk per tahun

n = jumlah data

Dalam memilih trend mana yang paling cocok untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisis maka diambil nilai k (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 atau yang memiliki standar error (Se) yang paling kecil (Supangat, 2010).

### c. Proyeksi Fasilitas

Seperti halnya data penduduk, data fasilitas umum yang ada pada Kota Probolinggo juga perlu diperhitungkan dalam memenuhi kebutuhan air bersih pada aktivitas sehari-hari. Untuk menghitung proyeksi fasilitas umum dipakai data perkembangan pertumbuhan penduduk sebagai bahan pertimbangan. Ini sesuai dengan pengertian bahwa fasilitas - fasilitas yang dibutuhkan adalah tuntutan kebutuhan masyarakat, artinya banyaknya fasilitas yang harus tersedia berbanding lurus dengan jumlah penduduk yang menggunakan fasilitas tersebut.

Rumus:

$$F_n = w \times F_o \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

$F_n$  = Jumlah fasilitas untuk tahun ke-n

$W$  = Perbandingan jumlah penduduk pada tahun ke-n dengan jumlah penduduk pada tahun ke-0

$F_o$  = Jumlah Fasilitas pada tahun awal

## 3.2 Kebutuhan Air

Menurut Terence (Safii, 2012) kebutuhan air baku dalam suatu kota diklasifikasikan antara lain:

### 1. Kebutuhan Domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, halaman dan pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet). Standar kebutuhan air domestik berdasarkan kategori kota dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Kategori Kota

No.	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air (Lt/orang/hari)
1	Metropolitan	> 1.000.000	190
2	Kota Besar	500.000 - 1.000.000	170
3	Kota Sedang	100.000 - 500.000	150
4	Kota Kecil	20.000 - 100.000	130
5	Desa	10.000 - 20.000	100
6	Desa Kecil	3.000 - 10.000	60

Sumber: Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1998

Rumus untuk kebutuhan air domestik adalah:

$$Q_d = M_n \times S \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

Q = Kebutuhan air

M<sub>n</sub> = Jumlah penduduk

S = Standar kebutuhan air/orang/hari

## 2. Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air baku yang digunakan untuk beberapa kegiatan seperti untuk kebutuhan nasional, komersial, industri dan fasilitas umum.

### a. Industri dan komersil

Kebutuhan air industri dan komersil meliputi perkantoran, pabrik, dan pertokoan. Kebutuhan air ini tergantung pada besar kecilnya industri. Perkiraan kebutuhan air non domestik adalah 20% dari kebutuhan domestik total seluruh daerah. Selain itu jumlah air untuk kepentingan komersil dan industri dipengaruhi oleh faktor unit produksi, jumlah pekerja, dan luas area industri.

### b. Fasilitas Umum

Fasilitas umum disini meliputi sekolah, tempat ibadah, instansi pemerintah dan swasta, rumah sakit, dan pemadaman kebakaran. Jumlah air untuk kepentingan tersebut kira-kira 50 – 75 liter/orang/hari. Standar kebutuhan air untuk non domestik dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria dan Standar Kebutuhan Air Non Domestik

No	Fasilitas (Non Rumah Tangga)	Pemakaian Air	Satuan
1	Asrama	120	Lt/ penghuni/hari
2	Taman kanak-kanak	10	Lt/ siswa/ hari
3	SLTP	40	Lt/ siswa/ hari
4	Sekolah Dasar	50	Lt/ siswa/ hari
5	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Lt/ siswa/ hari
6	Rumah sakit	500	Lt/ bed/ hari
7	Puskesmas	500 – 1.000	Lt/unit/ hari
8	Puskesmas pembantu	500 – 1.000	Lt/unit/ hari
9	Posyandu	500	Lt/unit/ hari
10	Peribadatan	500 – 2.000	Lt/unit/ hari
11	Kantor	100	Lt/ pegawai/ hari
12	Toko	100 - 200	Lt/unit/ hari
13	Rumah makan	1.000	Lt/unit/ hari
14	Hotel/ Losmen	250 - 300	Lt/unit/ hari
15	Pasar	6.000 – 12.000	Lt/unit/ hari
16	Pabrik/ Industri	60 - 100	Lt/ orang/hari
17	Pelabuhan / Terminal	10.000 -20.000	Lt/unit/ hari
18	SPBU	5.000 – 20.000	Lt/unit/ hari
19	Pertamanan	25.000	Lt/unit/ hari

Sumber: Ditjen Cipta Karya Dep PU

### 3.3 Fluktuasi Kebutuhan Air

Fluktuasi yang terjadi tergantung pada sesuatu aktivitas penggunaan air dalam keseharian masyarakat. Adapun kriteria tingkat kebutuhan air pada masyarakat dapat digolongkan sebagai berikut:

#### 1. Kebutuhan harian rata-rata ( $Q_h$ )

Kebutuhan harian rata-rata untuk keperluan domestik dan non domestik termasuk kehilangan air. Besarnya dihitung

berdasarkan kebutuhan akan air rata-rata per orang per hari dihitung dari pemakaian air setiap jam selama 24 jam. Persentase kehilangan air adalah 20% - 30% baik untuk kategori kota kecil, kota sedang maupun kota besar.

## 2. Kebutuhan air hari maksimum ( $Q_{h-maks}$ )

Kebutuhan air pada hari maksimum merupakan banyaknya debit air yang dipergunakan pada suatu hari yang terbesar pada jangka waktu satu tahun.  $Q_{h-maks}$  digunakan sebagai dasar dalam mendesain Instalasi Pengolahan Air (IPA). Berdasar pada pedoman/petunjuk teknik dan manual SPAM kota, kebutuhan air hari maksimum dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{h-maks} = \text{faktor fluktuasi} \times Q_h \dots \dots \dots (7)$$

Faktor fluktuasi = 1.12 – 1.5

## 3. Kebutuhan air jam maksimum ( $Q_{j-maks}$ )

Kebutuhan air jam maksimum adalah kuantitas air terbesar pada saat jam tertentu dalam satu hari.  $Q_{j-maks}$  digunakan sebagai dasar untuk mendesain sistem distribusi air. Berdasar pada pedoman/petunjuk teknik dan manual SPAM kota, kebutuhan air jam maksimum dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{j-maks} = \text{faktor jam maksimum} \times Q_h \dots \dots \dots (8)$$

Faktor jam maksimum = 150% - 200%

## 3.4 Hidrolika Perpipaan

### a. Persamaan Energi

Aliran di dalam pipa memiliki tiga macam energi yang bekerja di dalamnya yaitu:

1. Energi potensial
2. Energi tekanan
3. Energi kinetis

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_1 + h_{lt} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

P = Tekanan

$\gamma$  = Berat spesifik

V = Kecepatan aliran

Z = Tinggi elevasi

$h_{lt}$  = Kehilangan energi didalam pipa

### b. Persamaan Kontinuitas

Rumus

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

$Q_1 Q_2$  = debit pada penampang 1 dan 2

$A_1 A_2$  = luas penampang 1 dan 2

$V_1 V_2$  = kecepatan pada penampang 1 dan 2

### 3.5 Kehilangan Tekanan

Pipa distribusi air bersih akan mengalami kehilangan tekanan (*headloss*) baik karena faktor gesekan pipa (*major losses*), belokan yang ada berserta aksesoris pipa (*minor losses*). Kehilangan tekanan yang terlalu besar daripada tekanan (*head*) yang tersedia akan menyebabkan air tidak bisa mengalir hingga ke titik yang dikehendaki. Cara untuk mengatasi hal tersebut yaitu menyediakan tekanan yang lebih besar daripada kehilangan tekanan yang terjadi, yang pada umumnya dilakukan dengan menggunakan pompa. Berikut beberap rumus yang digunakan dalam menghitung *major losses* dan *minor losses*.

#### **a. Major losses**

Rumus:

$$hf = \left[ \frac{Q}{0.00155 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right]^{1.85} \times L \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

Q = debit air (Lt/detik)

C = koefisien kekasaran pipa (110-140)

D = diameter pipa (cm)

L = panjang pipa (m)

Untuk nilai kekasaran pipa (C) pada rumus Hazen-Williams diatas dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

#### **b. Minor losses**

Rumus:

$$hf = k \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan:

k = koefisien kerugian *minor losses*

v = kecepatan air didalam pipa (m/detik)

g = percepatan gravitasi (9.81 m/detik<sup>2</sup>)

Untuk nilai koefisien kerugian *minor losses* dari masing-masing aksesoris pipa dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.3 Nilai Koefisien Kekasaran Pipa (C) Hazen-Williams

Bahan	Hazen-Williams C (tidak ada satuan)
Cast Iron	120-140
Concrete atau Concrete Lined	120-140
Galvanized Iron	120
Plastic	120-150
Steel	140-150
Vitrified Clay	110

Sumber: Epanet Manual User

Tabel 3.4 Nilai Koefisien Kerugian *Minor Losses*

Fitting	Loss Coefficient
Globe valve, fully open	10
Angle valve, fully open	5
Swing check valve, fully open	2,5
Gate valve, fully open	0,2
Short-radius elbow	0,9
Medium-radius elbow	0,8
Long-radius elbow	0,6
45 degree elbow	0,4
Closed return bend	2,2
Standard tee - flow through run	0,6
Standard tee - flow through branch	1,8
Square entrance	0,5
Exit	1

Sumber: Epanet Manual User

### 3.6 Sistem Pengaliran dan Distribusi

Sistem distribusi adalah jaringan perpipaan untuk mengalirkan air minum dari reservoir menuju daerah pelayanan/ konsumen (Al-Layla,1980). Air yang disuplai melalui jaringan pipa



distribusi sistem pengalirannya terbagi atas dua alternatif pendistribusian yaitu:

**a. Continous Sistem (Sistem Berkelanjutan)**

Pada sistem ini, suplai dan distribusi air kepada konsumen dilaksanakan secara terus-menerus selama 24 (dua puluh empat) jam. Sistem ini biasanya diterapkan bila pada setiap waktu kuantitas air baku dapat memenuhi kebutuhan konsumsi air di daerah pelayanan.

**b. Intermitten Sistem**

Pada sistem ini air minum yang disuplai dan didistribusikan kepada konsumen dilakukan hanya selama beberapa jam dalam satu hari yaitu dua sampai empat jam pada pagi dan sore hari. Sistem ini biasanya diterapkan apabila kuantitas air dan tekanan air tidak mencukupi.

### **3.7 Sistem Jaringan Induk dan Distribusi**

Sistem jaringan induk perpipaan yang dipakai dalam mendistribusikan air bersih terdiri atas dua sistem yaitu:

**a. Sistem cabang (Branch Sistem)**

Pada sistem ini, air hanya mengalir dari satu arah dan pada setiap ujung pipa akhir daerah pelayanan terdapat titik akhir (*dead end*). Pipa distribusi tidak saling berhubungan, area pelayanan disuplai air melalui satu jalur pipa utama.

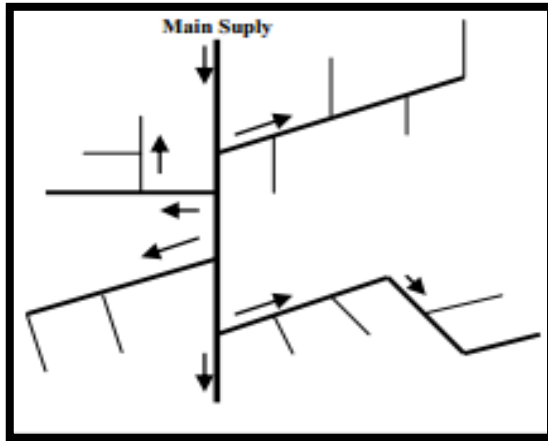
**Keuntungan Sistem Cabang:**

- Jaringan distribusi relatif lebih sederhana.
- Pemasangan pipa lebih murah.
- Penggunaan pipa lebih sedikit karena pipa distribusi hanya dipasang pada daerah yang paling padat penduduknya.

**Kerugian Sistem Cabang:**

- Kemungkinan terjadinya penimbunan kotoran dan pengendapan diujung pipa tidak dapat dihindari, sehingga harus dilakukan pembersihan yang intensif untuk mencegah timbulnya bau dan terhambatnya aliran.
- Suplai air terganggu jika ada kebakaran atau kerusakan pada salah satu bagian pipa.
- Kemungkinan tekanan air yang diperlukan tidak cukup bila ada sambungan baru.

- Keseimbangan sistem pengaliran kurang terjamin terutama terjadinya tekanan kritis pada bagian pipa yang terjauh.



Gambar 3.1 Sistem Cabang

#### **b. Sistem melingkar (Loop Sistem)**

Pada sistem ini, pipa induk distribusi saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk jaringan melingkar (*loop*) sehingga pada pipa induk tidak ada titik mati dan air akan mengalir ke suatu titik yang dapat melalui beberapa arah dengan tekanan yang relatif stabil. Sistem ini diterapkan pada:

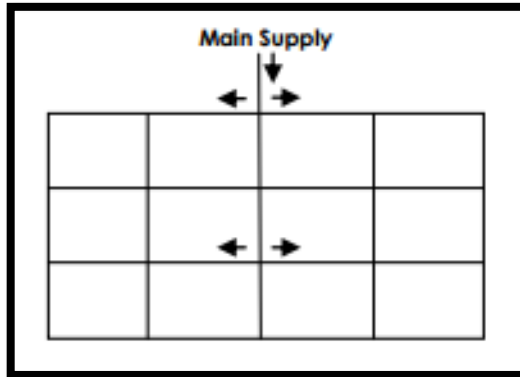
- Daerah dengan jaringan jalan saling berhubungan.
- Daerah dengan perkembangan Kota cenderung ke segala arah.
- Keadaan topografi yang relatif datar.

#### **Keuntungan Sistem Melingkar:**

- Kemungkinan terjadinya penimbunan kotoran dan pengendapan kotoran serta pengendapan lumpur dapat dihindari (air dapat disirkulasi dengan bebas).
- Bila terjadi kerusakan dan perbaikan di salah satu jaringan pipa atau pengambilan air untuk pemadam kebakaran pada daerah tertentu, maka suplai air pada sistem bagian lainnya tidak terganggu.

Kerugian Sistem Melingkar:

- Sistem perpipaan rumit.
- Perlengkapan pipa yang digunakan sangat banyak.



Gambar 3.2 Sistem Loop

**c. Sistem kombinasi (*Combination Sistem*)**

Sistem jaringan perpipaan kombinasi merupakan gabungan dari sistem jaringan perpipaan bercabang (*Branching Sistem*) dan sistem melingkar (*Loop Sistem*).

**3.8 Blok Pelayanan**

Blok pelayanan merupakan jaringan distribusi yang terdapat didalam jaringan induk. Blok pelayanan dibagi menjadi tapping yang telah dibuat pada jaringan induk distribusi. Blok pelayanan dibuat berdasarkan hasil survey lapangan dan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Kepadatan penduduk,

Dalam menentukan pembentukan blok jumlah pelanggan perlu diperhatikan agar persebaran pelanggan dapat merata pada tiap-tiap bloknya. Khusus untuk wilayah dalam kota masing-masing blok terdiri dari 1000-5000 konsumen dengan menggunakan peta pipa distribusi skala kecil.

2. Topografi,

Kondisi geografis yang ada dilapangan dapat dijadikan sebagai Batasan-batasan dalam membentuk suatu blok.

Biasanya satu blok dibatasi dengan bentang-bentang alam seperti sungai, danau, waduk, gunung, dll.

### 3. Tata guna lahan,

Kondisi penggunaan lahan pada suatu daerah dimungkinkan untuk dijadikan sebagai batas-batas pembentukan blok, seperti halnya jalan raya, rel kereta api, sawah-sawah, maupun kawasan-kawasan perumahan (Ditjen Cipta Karya, 1988).

## 3.9 Pompa

Pompa digunakan untuk menaikkan atau memindahkan zat cair dari permukaan yang rendah ke permukaan yang tinggi. Sedangkan pemompaan didefinisikan sebagai penambahan energi untuk memindahkan zat cair dari permukaan yang rendah ke permukaan yang tinggi atau dari tekanan rendah ke tekanan tinggi (Church, 1990).

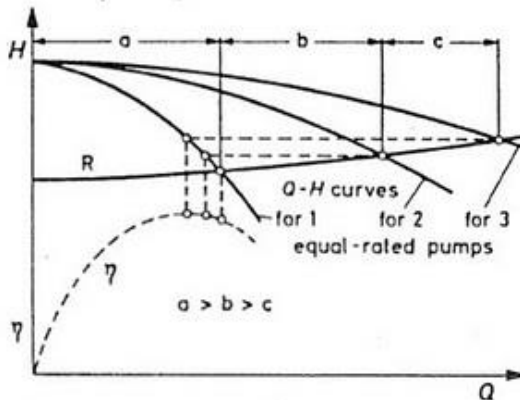
Dalam permasalahan distribusi air minum, tidak terlepas dari kemungkinan penggunaan pompa. Penggunaan pompa akan menjadi prioritas utama apabila kondisi lapangan wilayah perencanaan tidak memenuhi persyaratan.

Pompa mempunyai dua komponen penting yaitu kapasitas dan *head*. Kapasitas zat cair yang dimaksud disini berkaitan dengan perencanaan distribusi air minum, maka harus memperhitungkan kebutuhan harian dan jam maksimum.

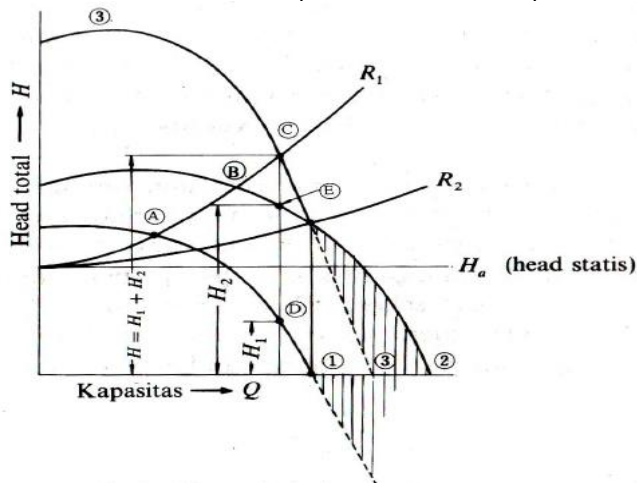
Besarnya *head sistem* adalah *head* yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair melalui sistem pipa adalah sama dengan *head* untuk mengatasi kerugian gesek ditambah *head statis* sistem. *Head statis* ini adalah *head* potensial dari beda ketinggian permukaan dan beda tekanan statis pada kedua permukaan zat cair di pipahisap dan di pipa keluar.

Bila kebutuhan pompa bervariasi akan lebih ekonomis untuk memasang beberapa unit pompa yang kecil secara paralel dibandingkan dengan pemasangan satu unit pompa yang berkapasitas besar. Bila kebutuhan menurun, satu pompa atau lebih dapat diberhentikan operasinya. Dengan demikian pompa yang lain dapat beroperasi dengan efisiensi maksimumnya. Di lain sisi apabila menggunakan unit-unit pompa yang ukurannya kecil (jumlahnya banyak) akan mempermudah dalam hal penyesuaian debit permintaan apabila terjadi penurunan dan juga dapat mempermudah pada saat dilakukan pemeliharaan.

Sama halnya, beberapa buah pompa dapat diserikan bila diinginkan untuk mensuplai air dengan tekanan (*head*) yang besar. Dalam merencanakan instalasi yang demikian langkah pertama yang harus dilakukan adalah menggambarkan kurva antara *head* dengan kapasitas untuk sistem pompa tersebut. Tinggi tekan yang dihasilkan pada susunan pompa seri merupakan hasil penjumlahan tekanan sistem pompa satu dengan yang lainnya.



Gambar 3.3 Grafik Head-Kapasitas Susunan Pompa Paralel



Gambar 3.4 Grafik Head-Kapasitas Susunan Pompa Seri

### 3.10 Jenis Pipa dan Perlengkapan

Ada beberapa dari jenis pipa yang dapat digunakan dalam pendistribusian air. Berikut dijelaskan tentang jenis-jenis pipa beserta perlengkapannya. Jenis pipa yang digunakan pada pipa distribusi air bersih adalah:

- a. *Cast Iron* (CI)  
Jenis pipa ini dibuat dari bahan *grey cast iron* dan merupakan logam kuat dan tahan terhadap korosi. Keuntungan pipa ini adalah kuat serta tidak mudah bocor. Kerugian pipa ini adalah berat dan tidak praktis dalam pengerjaannya.
- b. *Ductile Iron* (DI)  
Pipa jenis ini tersedia hingga diameter 1500 mm dan terbuat dari logam sehingga kuat dan berat. Pipa ini jarang digunakan karena harganya mahal dan memerlukan perlindungan yang tidak murah. Pipa ini juga tidak dianjurkan pada daerah yang memiliki air tanah tinggi dan asin.
- c. *Galvanized Steel* (GS)  
Bahan yang digunakan adalah *mild carbon* baik berupa *welded pipe* maupun *stainless pipe*. Keuntungan pipa ini adalah murah dan tidak mudah rusak akibat pengangkutan kasar serta tahan terhadap tegangan.
- d. *Polyvinyl Chloride* (PVC)  
Karakteristik PVC adalah bebas dari korosi dan ringan sehingga mempermudah dalam pengangkutan, mudah dalam penyambungan, dan mempunyai umur relatif lama.
- e. *Poly Ethylene* (PE)  
Ada dua jenis pipa PE yaitu berwarna biru dan berwarna hitam. Pipa PE berwarna biru tidak tahan terhadap sinar ultraviolet sehingga harus dilindungi dari pemaparan. Sedangkan pipa PE hitam tahan terhadap pengaruh ultraviolet, sehingga dapat dipasang di atas tanah.  
Kelebihan pipa PE adalah:
  - Ringan dan tahan korosi
  - Pipa yang berukuran kecil lebih fleksibel
  - Tahan terhadap benturan dan tidak mudah pecah atau retak

- Elastisitas tinggi, sehingga dinding pipa mampu menyerap gelombang tekanan dinamis
  - Mempunyai daya tahan tinggi terhadap bahan kimia.
- Kelemahan pipa PE adalah:
- Dapat mengalami pembesaran dan kerusakan struktur oleh senyawa organik dan anorganik tertentu
  - Dapat rusak karena bahan pengoksidasi pada konsentrasi tertentu.

Sedangkan dalam penggunaannya, pipa-pipa ini selalu membutuhkan perlengkapan-perengkapan lain yang menyempurnakan fungsinya. Perlengkapan pipa yang digunakan adalah:

1. *Gate valve*  
Berfungsi untuk mengontrol aliran dalam pipa dengan menutup suplai air atau membagi aliran ke bagian lain.
2. *Air release Valve* (Katup Angin)  
Berfungsi untuk melepaskan udara yang ada dalam aliran air yang dipasang pada setiap jalur pipa tertinggi dan mempunyai tekanan lebih dari 1 atm, karena udara cenderung akan terakumulasi pada daerah itu.
3. *Wash Out Valve* (katup pembuang lumpur)  
Merupakan *gate valve* yang dipasang pada setiap titik mati atau titik terendah jalur pipa. Fungsinya untuk mengeluarkan kotoran-kotoran yang mengendap dalam pipa serta mengeluarkan air bila akan dilakukan perbaikan.
4. *Check Valve*  
*Check valve* dipasang bila pengaliran air didalam pipa diinginkan hanya menuju satu arah. Biasanya dipasang pada pipa tekan diantara pompa dan gate valve dengan tujuan menghindari pukulan balik akibat arus balik.
5. *Manhole/Valve Chamber*  
Berfungsi sebagai tempat pemeriksaan atau perbaikan bila terjadi gangguan pada *valve*. Penempatannya pada tempat aksesoris yang penting dan jalur pipa setiap jarak 200-600 meter, terutama pada pipa dengan diameter besar.
6. Bangunan Perlintasan Pipa  
Bangunan ini diperlukan bila jalur pipa memotong sungai, rel kereta api, dan jalan untuk memberi keamanan pipa.

7. *Thrust Block* (angker blok beton)  
Diperlukan pada pipa yang mengalami beban hidrolik yang tidak seimbang, misal pada pergantian diameter, akhir pipa, dan belokan. Berikut adalah ukuran-ukuran *thrust block* berdasarkan jenis dan dimensi dari aksesorisnya yang dapat dilihat pada Tabel 3.5 dan ilustrasi gambar pada lampiran C buku ini.
8. Meter Tekanan  
Meter tekanan dipasang pada pompa agar dapat diketahui besarnya tekanan pompa.
9. Meter Air  
Berfungsi untuk mengetahui besarnya jumlah pemakaian air dan juga sebagai alat pendeteksi kebocoran.
10. Sambungan pipa dan perlengkapannya:
  - a. *Bell* dan *Spigot*  
*Spigot* dari suatu pipa dimasukkan kedalam *bell* (*socket*)
  - b. *Flange Joint*  
Biasanya dipakai untuk pipa bertekanan tinggi untuk sambungan dekat dengan instalasi pipa. Sebelum kedua *flange* disatukan dengan mur baut, maka diantara *flange* disisipkan *packing* untuk mencegah kebocoran.
  - c. *Ball Joint*  
Digunakan pada sambungan dua pipa dalam air.
  - d. *Increaser* dan *Reducer*  
*Increaser* digunakan untuk menyambung pipa dari diameter kecil ke diameter besar. Sedangkan *reducer* digunakan untuk menyambung pipa dari diameter besar ke diameter kecil.
  - e. *Bend*  
Merupakan aksesoris untuk belokan pipa. Sudut belokan pipa adalah  $90^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $22\frac{1}{2}^\circ$ , dan  $11\frac{1}{4}^\circ$ .
  - f. *Tee*  
Untuk menyambung pipa pada percabangan dengan diameter tertentu.
  - g. *Tapping bend*  
Dipasang pada tempat yang perlu di *tapping* untuk dialirkan ke tempat lain.



Tabel 3.5 Luas Permukaan dan Dimensi Thrust Block

Diameter Pipa (mm)	Bend (mm)								Tee (mm)	
	90		45		22,5		11,5			
	A	b	a	b	a	b	a	b	a	b
100	520	500	400	350	290	250	240	150	460	400
125	650	625	420	425	250	325	250	225	550	525
150	780	750	580	550	210	400	330	250	690	600
200	1040	1000	800	700	580	500	410	350	870	850
225	1170	1125	860	825	630	575	430	425	1010	925
250	1300	1250	980	900	690	650	500	450	1090	1050
300	1560	1500	1150	1100	810	800	590	550	1320	1250
400	2070	2000	1550	1450	1090	1050	770	750	1730	1700
450	2330	2250	1720	1650	1210	1200	860	850	1950	1900
500	2590	2500	1900	1850	1380	1300	1000	900	2180	2100

Sumber: Andriane, 2012.

### 3.11 Kriteria Perencanaan Sistem Distribusi Air Minum

Kriteria perencanaan pada pengerjaan tugas akhir ini dipilih berdasarkan pada kondisi-kondisi ideal yang telah dituliskan pada buku-buku, pedoman dan standar, serta kondisi daerah rencana itu sendiri.

#### a. Proyeksi Penduduk

Seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, jumlah penduduk pada tahun perencanaan dihitung dengan menggunakan salah satu metode dari tiga metode proyeksi penduduk tersebut (Metode Aritmatik, Geometrik, Least Square). Pemilihan metode proyeksi penduduk dilakukan dengan memilih metode proyeksi yang memiliki nilai koefisien korelasi ( $k$ ) paling tepat yaitu nilai yang mendekati satu (1).

#### b. Kebutuhan Air

Kebutuhan air adalah jumlah yang diperlukan bagi kebutuhan dasar atau pada unit konsumsi air serta kebutuhan air

untuk fasilitas-fasilitas lainnya. Dalam perencanaan tugas akhir ini besarnya kebutuhan air sektor domestik didapatkan dari rata-rata besarnya kebutuhan air hasil pencatatan oleh pihak PDAM dengan hasil *Real Demand Survey*. Sedangkan besarnya kebutuhan air untuk sektor non-domestik menggunakan hasil pencatatan dari pihak PDAM.

$$Q_{domestik} = (Q_{domestikPDAM} + Q_{domestikRDS}) / 2 \dots (13)$$

Keterangan :

$Q_{domestik}$  :Kebutuhan air sektor domestik

$Q_{domestikPDAM}$  :Kebutuhan air sektor domestik hasil pencatatan PDAM

$Q_{domestikRDS}$  :Kebutuhan air sektor domestik hasil survey

### c. Penggunaan Jenis Pipa

Komponen utama yang dibutuhkan dalam sistem distribusi air minum adalah pipa. Jenis pipa yang digunakan pada perencanaan ini disesuaikan dengan pipa yang digunakan pada kondisi eksisting dengan tujuan agar mempermudah proses penyambungan dan pemasangannya. Berikut daftar jenis pipa yang digunakan beserta nilai koefesien *Hazen-William* yang disajikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Jenis Pipa dan Koefesien H-W yang digunakan.

Bahan	Hazen-Williams C (tidak ada satuan)
Pipa Baja ( <i>Old</i> -penanama tahun 1978)	110
Pipa Baja (Baru)	120
Plastic/PVC	120

Sumber: *Epanet Manual User*

### d. Aliran dalam pipa

Perencanaan sistem jaringan distribusi air minum pada Tugas Akhir ini didasarkan pada pedoman/petunjuk teknik dan manual air minum kota NSPM KIMPRASWIL dan Tri Joko (2010). Kriteria perencanaan yang perlu ditinjau dalam perncanaan sistem distribusi dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Kriteria Perencanaan SPAM

Kriteria Perencanaan	Range Nilai	
	Min.	Maks.
Kecepatan aliran (v)	0,3 m/detik	1,25 m/detik
Tekanan di titik Tapping	10 m	70 m

Sumber: NSPM KIMPRASWIL dan Tri Joko (2010)

#### e. Pembentukan Blok Pelayanan

Untuk mempermudah perhitungan kebutuhan air minum sektor domestik maupun non-domestik serta mempermudah dalam segi perbaikan dan pengembangan nantinya, maka diperlukan pembagian wilayah pelayanan (blok pelayanan) yang disesuaikan dengan beberapa kondisi daerah perencanaan. Untuk pembentukan blok pelayanan pada perencanaan ini masing-masing blok terdiri dari 300 SR - 1000 SR dengan pertimbangan sedemikian rupa agar tidak terjadi perbedaan debit yang signifikan dari masing-masing bloknya.

#### f. Perhitungan Pembagian Persentase Blok

Dalam suatu perencanaan, nantinya akan didapatkan beberapa data maupun kondisi yang tidak sesuai dengan perkiraan. Untuk mengantisipasi hal tersebut, pada perencanaan ini akan digunakan metode penafsiran menggunakan metode perbandingan sederhana. Seperti persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jika:} \quad & N_{\text{total}} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 \\ \text{maka:} \quad & \%N_x = (N_x / N_{\text{total}}) \times 100\% \dots\dots\dots (14) \end{aligned}$$

Keterangan:

$N_{1,2,3,4}$  = Cakupan wilayah 1,2,3,4

$N_{\text{total}}$  = Total Cakupan Wilayah

x = 1,2,3,4

### 3.12 Program Epanet 2.0

EPANET adalah paket program komputer yang dibuat oleh U.S Enviromental Protection Agency Cincinati Ohio. EPANET dapat mengidentifikasi aliran atau debit tiap-tiap pipa, tekanan pada tiap-tiap titik simpul, ketinggian air pada tandon, dan

perubahan konsentrasi senyawa kimia yang ditambahkan pada jaringan dalam sebuah distribusi selama periode simulasi.

a. *Input* data dalam Epanet 2.0

Input data yang dibutuhkan adalah:

- Peta jaringan,
- Node/junction/titik dari komponen distribusi,
- Elevasi,
- Panjang pipa distribusi,
- Diameter dalam pipa,
- Jenis pipa yang digunakan,
- Umur pipa,
- Jenis sumber (mata air, sumur bor, IPAM, dan lain lain),
- Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa),
- Bentuk dan ukuran reservoir,
- Beban masing-masing node (besarnya tapping),
- Faktor fluktuasi pemakaian air.

b. *Output* yang dihasilkan diantaranya adalah:

- Hidrolik head masing - masing titik,
- Tekanan dan kualitas air,
- Kecepatan aliran dalam pipa.

Dalam menjalankan program EPANET 2.0 ada beberapa langkah pokok yang perlu dilakukan agar *running* dapat sukses dijalankan. Berikut langkah-langkah yang perlu dilakukan:

**Langkah1**-Pembuatan model sistem perpipaan menggunakan EPANET.

**Langkah2**-Kalibrasi model berdasarkan pengukuran lapangan (dapat menggunakan ukuran bawaan dari program EPANET atau menggunakan ukuran hasil pengukuran lapangan).

**Langkah3**-Tentukan kebutuhan air dimasa yang akan datang yang harus dicapai, desain dan kriteria kerja yang harus dipenuhi.

**Langkah4**-Tambahkan pipa, reservoir, pompa, valve dan atau aksesoris lainnya pada sistem dan jalankan simulasi untuk melihat apakah sistem dapat bekerja.

**Langkah5**-Memasukkan data yang diperlukan.

**Langkah6**-Jalankan program.

**Langkah7**-Jika tidak ada peringatan maka simulasi dinyatakan berhasil.

**Langkah8**-Jika terdapat peringatan ulangi kembali dari langkah 4.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

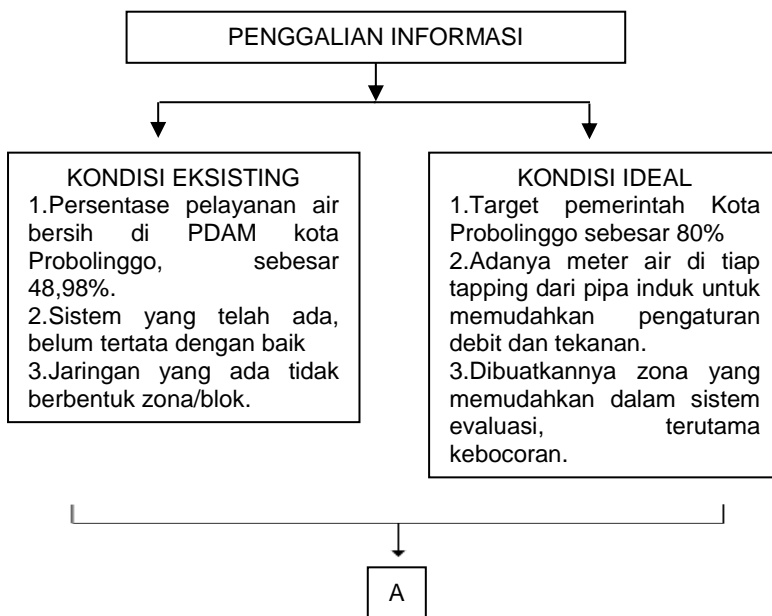
## BAB 4

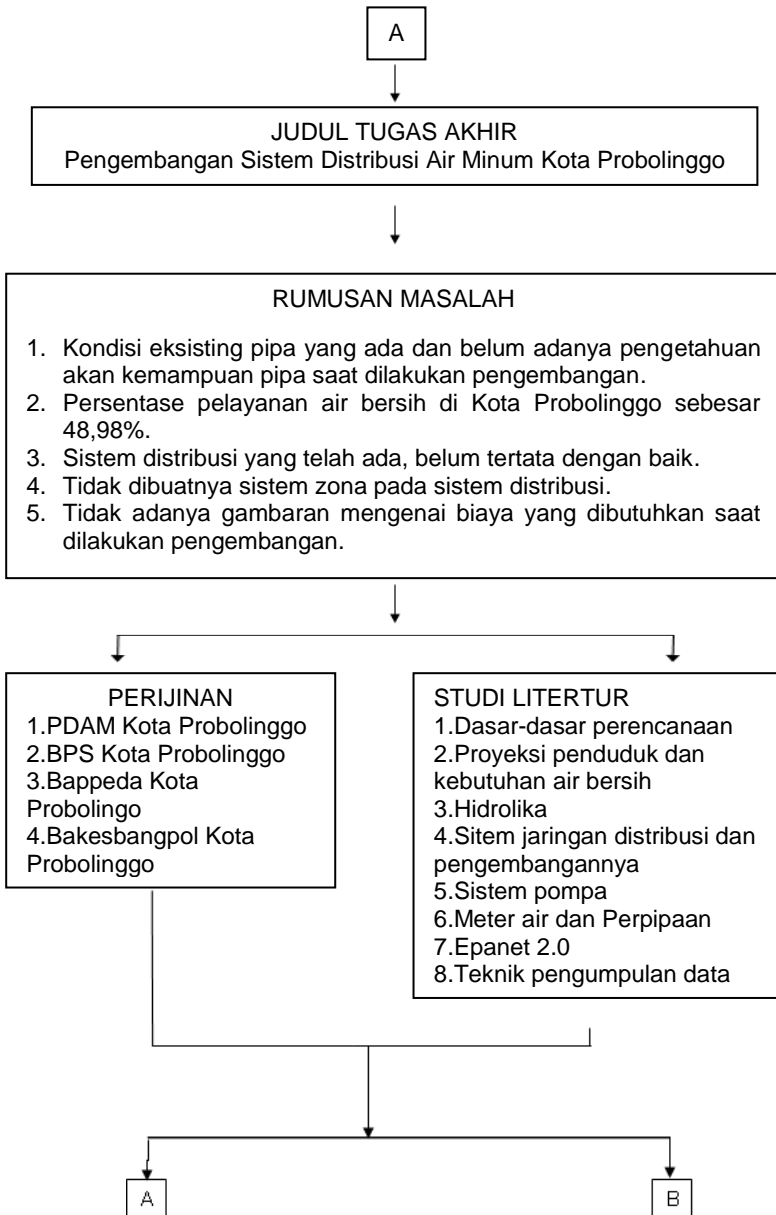
### METODE PERENCANAAN

#### 4.1 Umum

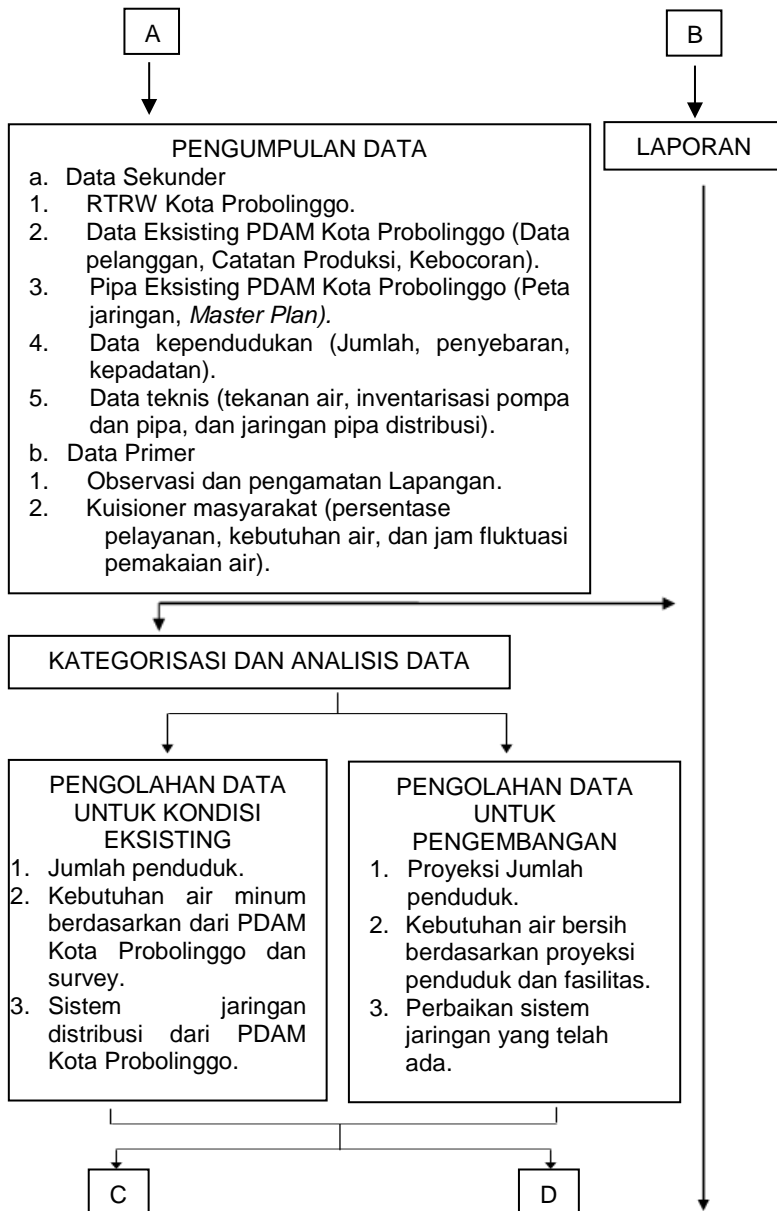
Tugas akhir ini berjudul “Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum Kota Probolinggo”. sehingga dalam pelaksanaanya diperlukan penyusunan metode perencanaan untuk mendapatkan gambaran tahapan yang sistematis.

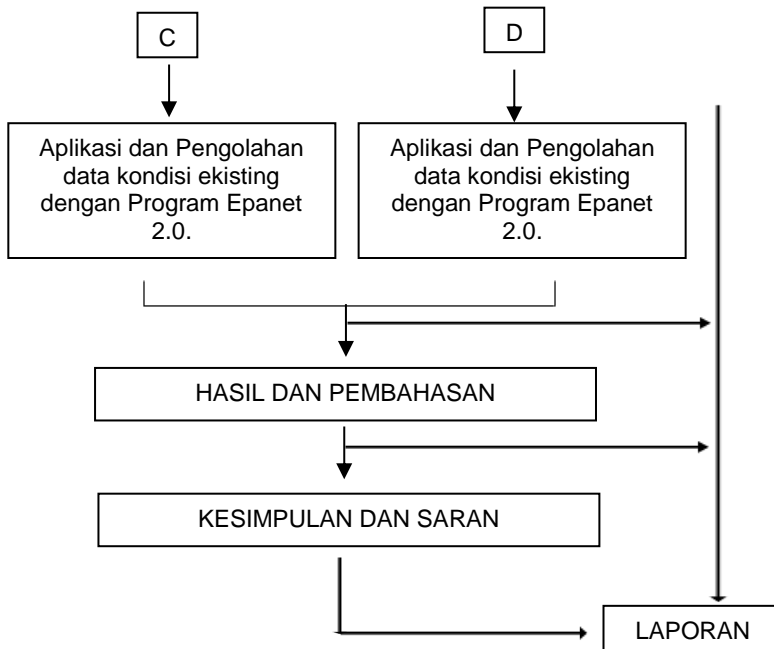
Tahapan perencanaan tugas akhir ini meliputi perijinan kepada instansi-instansi terkait seperti PDAM Kota Probolinggo, BPS Kota Probolinggo, Bakesbangpol Kota Probolinggo, BAPPEDA Kota Probolinggo, pengumpulan data, studi literature, kompilasi dan analisis data, perhitungan terhadap data-data, aplikasi dan pengolahan data menggunakan Epanet, perencanaan pengembangan sistem distribusi air minum dengan program Epanet, evaluasi dan pembahasan, pembuatan kesimpulan dan saran, serta penulisan laporan. Skema tahapan perencanaan dapat dilihat di Gambar 4.1 Kerangka Tugas Akhir berikut.











Gambar 4.1 Kerangka Tugas Akhir

## 4.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian berisi penjabaran detail tentang kerangka penelitian dan langkah-langkah yang akan dilakukan selama penelitian berlangsung.

### 1. Perijinan

Proses perijinan dilakukan dengan pembuatan proposal dan surat pengantar dari Jurusan Teknik Lingkungan ITS, yang ditujukan kepada Kepala Bakesbangpol Kota Probolinggo, PDAM kota Probolinggo, BPS, dan Bappeda. Setelah proses perijinan telah dilakukan sesuai regulasi yang ada, maka bisa dilakukan proses pengambilan data dari instansi-instansi tersebut.

### 2. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan mulai dari awal disusunnya proposal ini, hingga nanti selesainya kegiatan Tugas Akhir. Literatur yang nantinya perlu dipelajari, diantaranya adalah:

- Dasar-dasar perencanaan yang meliputi proyeksi penduduk dan kebutuhan air, hidrolika, sistem jaringan distribusi dan pengembangannya, sistem pompa, meter air, dan epanet 2.0.
- Pengolahan data yang nantinya akan digunakan dalam proses tugas akhir
- Berbagai literatur yang menunjang perencanaan, mulai dari bentuk soft maupun hard.

### 3. Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan untuk pelaksanaan perencanaan ini berupa data primer dan data sekunder.

#### a. Data Primer

##### i) Observasi dan Pengamatan Lapangan

Observasi dan pengamatan kondisi lapangan ini dilakukan dengan tujuan melihat kondisi wilayah perencanaan yang akan dilakukan. Observasi ini meliputi kondisi jalan, pola atau kondisi pemukiman, jaringan pipa eksisting, dan juga elevasi kondisi wilayah perencanaan yang bisa memakai alat bantu GPS (*Global Positioning Sistem*) dan juga Google Earth.

##### ii) Kuisioner masyarakat

Dalam menentukan persentase pelayanan, kebutuhan air dan fluktuasi pemakaian air dari daerah perencanaan pada tugas akhir ini digunakan metode pengumpulan data kuantitatif menggunakan kuisioner. Kuisioner ditujukan kepada masyarakat Kota Probolinggo yang belum terlayani oleh jaringan distribusi PDAM. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik *stratified random sampling*, yakni pengambilan sampel secara acak pada strata tertentu. Pada penentuan sampel data ini populasi total akan distratifikasi berdasarkan wilayahnya. Wilayah yang dimaksud disini adalah tiap-tiap kelurahan pada wilayah kecamatan yang menjadi target pengembangan. Dengan jumlah sampel secara acak 5 KK dari tiap kelurahan pada kecamatan

Kanigaran, Wonoasih, Kedopok, dan Kademangan.

b. Data Sekunder

Data sekunder ini didapat dari bantuan instansi-instansi terkait yang sekiranya dapat mendukung proses tugas akhir. Data-data yang dibutuhkan diantaranya:

- i) Peta RTRW Kota Probolinggo untuk menentukan arah daerah yang akan dikembangkan meliputi peta topografi, peta kepadatan penduduk, peta tataguna lahan, peta *Master Plan* rencana pengembangan air minum kota, dll.
- ii) Data eksisting PDAM Kota Probolinggo yang meliputi persentase pelayanan, pipa jaringan distribusi, dan kebocoran dalam jaringan dan catatan produksi air.
- iii) Data pipa Eksisting PDAM Kota Probolinggo meliputi peta jaringan serta inventarisasi pipa.
- iv) Data kependudukan meliputi jumlah penduduk, penyebaran, serta kepadatannya.
- v) Data teknis PDAM Kota Probolinggo diantaranya tekanan air pada jaringan distribusi

#### **4. Kategori dan Analisis Data**

Data-data yang telah dikumpulkan kemudian dipilih dan dikategorikan sesuai jenis data, baik itu primer maupun sekunder. Pemilihan dan pengkategorian ini bertujuan untuk menyeleksi data yang benar-benar akan digunakan dalam tugas akhir. Data yang didapat, kemungkinan tidak akan dipakai semua sebagai data yang penting karena nantinya akan tetap dibatasi dalam ruang lingkup pelaksanaan tugas akhir.

#### **5. Pengolahan Data**

i) Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk dilakukan untuk memperkirakan jumlah penduduk yang akan dilayani pada masa yang akan datang. Proyeksi ini dilakukan untuk 10 tahun yang akan datang. Metode proyeksi yang akan digunakan adalah metode Aritmatik, Geometrik, dan Least Square. Ketiga metode tersebut nantinya hanya akan dipilih satu metode yang benar-benar sesuai.

ii) Kebutuhan air

Perhitungan kebutuhan air untuk sistem distribusi ini menggunakan debit jam puncak. Kebutuhan air yang diperhitungkan adalah kebutuhan air domestik, non domestik dan estimasi kebocoran. Kebutuhan air domestik didapatkan dari proyeksi penduduk. Kebutuhan air non domestik didapatkan dari proyeksi fasilitas umum. Estimasi tingkat kebocoran air dapat dihitung berdasarkan jumlah air yang diproduksi oleh PDAM Kota Probolinggo dan air yang terjual ke pelanggan.

Faktor jam puncak, ditentukan dengan melihat kondisi realita di lapangan. Cara lain yang bisa digunakan adalah dengan berdasarkan Pedoman NSPM KIMPRASWIL tahun 2002 dan literatur lainnya.

Kebutuhan air setiap orang dan fasilitas umum dapat diperkirakan dengan data sekunder dari PDAM. Data yang dapat dipergunakan sebagai acuan adalah rekapan penggunaan air oleh pelanggan untuk setiap golongan dan jenis fasilitas per bulan. Estimasi kebutuhan air juga dapat didukung oleh kuisioner dan pedoman perencanaan (NSMP KIMPRASWIL. 2002) serta literatur lainnya.

iii) Sistem distribusi di tingkat pelayanan

Keadaan eksisting ditingkat pelanggan dapat diketahui dari hasil *running* menggunakan software Epanet 2.0. Sistem distribusi yang ditinjau adalah jaringan pipa yang tidak memenuhi kriteria seharusnya (Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual KIMPRASWIL tahun 2002) dan akan dilakukan evaluasi.

## **6. Pemodelan Kondisi Eksisting Sistem Distribusi dengan Software Epanet 2.0**

Data-data yang telah lengkap, kemudian diaplikasikan dengan menggunakan software Epanet 2.0 untuk melakukan pengolahan data. Data-data yang dimasukkan ke dalam program Epanet 2.0 adalah data primer (seperti elevasi) dan data sekunder

(seperti panjang pipa, diameter pipa, kekasaran pipa, *demand*, *head* dan debit pompa, dan lain-lain). Hasil *running* Epanet berupa kecepatan aliran (*v*), *pressure* (tekanan air dalam pipa), *headloss* (kehilangan tekanan dalam pipa), dan lain-lain.

Hasil *running* epanet akan digunakan untuk mengevaluasi kondisi eksisting jaringan pipa dengan cara membandingkan kondisi eksisting distribusi dengan sistem yang ideal (memenuhi kriteria desain). Berdasarkan hasil epanet dan evaluasi pada jaringan pipa eksisting, maka direncanakan jaringan pengembangannya.

### **7. Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Berdasarkan Kondisi Eksisting**

Pengembangan sistem distribusi ini dilakukan berdasarkan beberapa pertimbangan yang meliputi tata guna lahan, rencana tata ruang Kota Probolinggo, dan pengamatan kondisi lapangan yang ada.

Perencanaan pengembangan ini sendiri, diupayakan untuk tidak mengubah kondisi eksisting yang telah ada. Hal tersebut dikarenakan pertimbangan teknis dan juga ekonomi dalam penggantian pipa eksisting.

### **8. Hasil dan Pembahasan**

Evaluasi dilakukan setelah dilakukan pengumpulan data dan *running* data. Evaluasi ini dimaksudkan untuk bisa mengoptimalkan sistem distribusi eksisting yang mengalami beberapa kendala, sehingga dapat menutup kekurangan yang ada. Pembahasan dilakukan sesuai dengan perencanaan yang telah dilakukan, hal ini meliputi evaluasi eksisting, rencana pengembangan, perhitungan *Bill of Quantity*, dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya.

### **9. Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dibuat setelah melakukan semua proses metode perencanaan. Kesimpulan ini bertujuan untuk mendapatkan suatu kalimat singkat, padat, dan jelas yang dapat memberikan gambaran terhadap detail perencanaan ini. Saran yang dibuat dalam perencanaan ini bertujuan untuk memberikan masukan dalam rangka pengembangan sistem distribusi air bersih PDAM Kota Probolinggo, sehingga dapat meningkatkan pelayanan kepada masyarakat.

## BAB 5

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Perhitungan Proyeksi Penduduk

Jumlah penduduk suatu kota akan mempengaruhi debit air minum yang dibutuhkan untuk disediakan. Oleh karena itu dalam perencanaan pengembangan sistem air minum ini perlu diperhatikan pula aspek perkembangan penduduk setiap tahunnya. Proyeksi penduduk dilakukan dalam kurun waktu yang sesuai dengan master plan yang didapat, yaitu Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Probolinggo. Dari rencana tersebut diketahui bahwa target pengembangan terakhir yakni pada tahun 2028 namun pada pengerjaan tugas akhir ini perencanaan dilakukan sampai tahun 2026 (10 tahun).

Seperti yang telah disajikan pada Tabel 2.1 tentang jumlah penduduk Kota Probolinggo dari masing-masing kelurahan mulai tahun 2010 hingga tahun 2016, Data 7 tahun ini telah mencukupi untuk dilakukannya perhitungan proyeksi karena data minimal yang harus ada minimal sebanyak 5 tahun terakhir. Data ini selanjutnya yang akan diolah sebagai acuan perhitungan proyeksi penduduk. Konsep perhitungan proyeksi penduduk dilakukan dengan memeriksa nilai korelasi dari ketiga metode (aritmatik, geometrik, dan *least square*) dari masing-masing data penduduk kelurahan. Selanjutnya hasil perhitungan nilai korelasi akan dibandingkan dan dipilih hasil yang paling mendekati satu (1).

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan pada kelurahan Triwung Kidul. Kecamatan Kademangan. Dalam menghitung koefisien korelasi digunakan rumus (4) yaitu:

$$k = \frac{n \cdot (\sum XY) (\sum Y)}{\sqrt{[n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]} \sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2]}}$$

##### a. Metode Aritmatik

Perhitungan koefisien korelasi (k) dengan metode aritmatik dapat dilihat pada Tabel 5.1 di bawah ini:

Tabel 5.1 Perhitungan Koefisien Korelasi (k) pada Metode Aritmatik

Tahun	Penduduk	urutan data (x)	selisih jumlah penduduk tiap tahun (y)	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
2010	8.021	0	0	0	0	0
2011	8.144	1	123	123	1	15.129
2012	8.257	2	113	226	4	12.769
2013	8.348	3	91	273	9	8.281
2014	8.489	4	141	564	16	19.881
2015	8.604	5	115	575	25	13.225
2016	8.715	6	111	666	36	12.321
Jumlah		21	694	2.427	91	81.606
k						0,57626

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

X = Urutan tahun

Y = Pertambahan penduduk

X<sup>2</sup> = Urutan tahun dikuadratkan

Y<sup>2</sup> = Pertambahan penduduk dikuadratkan

#### b. Metode Geometrik

Perhitungan koefisien korelasi (k) dengan metode geometrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.2 Perhitungan Korelasi (k) pada Metode Geometrik

Tahun	Penduduk	urutan data (x)	ln (jumlah penduduk) (y)	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
2010	8.021	1	8,989	8,989	1	80,816
2011	8.144	2	9,005	18,010	4	81,090
2012	8.257	3	9,018	27,056	9	81,339
2013	8.348	4	9,029	36,119	16	81,536



Lanjutan Tabel 5.2 Perhitungan Korelasi (k) pada Metode Geometrik

Tahun	Penduduk	urutan data (x)	ln (jumlah penduduk) (y)	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
2014	8.489	5	9,046	45,232	25	81,839
2015	8.604	6	9,059	54,359	36	82,083
2016	8.715	7	9,072	63,509	49	82,315
Jumlah		28	63,223	253,277	140	571,022
k						0,993

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

X = Urutan tahun

Y = ln (jumlah penduduk)

X<sup>2</sup> = Urutan tahun dikuadratkan

Y<sup>2</sup> = ln (jumlah penduduk) dikuadratkan

### c. Metode *Least Square*

Perhitungan koefisien korelasi (k) dengan metode *Least Square* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.3 Perhitungan Korelasi (k) pada Metode *Least Square*

Tahun	Penduduk	urutan data (x)	Jumlah Penduduk (y)	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
2010	8.021	1	8.021	8.021	1	64.336.441
2011	8.144	2	8.144	16.288	4	66.324.736
2012	8.257	3	8.257	24.771	9	68.178.049
2013	8.348	4	8.348	33.392	16	69.689.104
2014	8.489	5	8.489	42.445	25	72.063.121
2015	8.604	6	8.604	51.624	36	74.028.816
2016	8.715	7	8.715	61.005	49	75.951.225
Jumlah		28	58.578	237.546	140	490.571.492
r						0,992

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

X = Urutan tahun

Y = Jumlah penduduk

$X^2$  = Urutan tahun dikuadratkan

$Y^2$  = Jumlah penduduk dikuadratkan

Berdasarkan hasil perhitungan korelasi dengan ketiga metode tersebut. Maka nilai koefisien korelasi yang dipilih dalam perencanaan ini adalah nilai koefisien korelasi pada metode Geometrik, yaitu  $r = 0,993$  karena nilai ini yang paling mendekati 1. Korelasi semakin mendekati nilai 1 maka hasil proyeksi yang didapatkan semakin linier menunjukkan pendekatan nilai proyeksi yang tinggi. Sehingga untuk perhitungan proyeksi penduduk Kelurahan Triwung Kidul menggunakan metode Geometrik.

Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode Geometrik dapat dihitung dengan rumus (2) sebagai berikut:

$$P_n = P_o + (r \times n)$$

Dimana:

$P_n$  = Jumlah penduduk setelah tahun ke n

$P_o$  = Jumlah pada tahun awal

n = Kurun waktu tertentu

r = Presentase rata-rata kenaikan penduduk per tahun

Dalam menghitung proyeksi penduduk menggunakan metode geometrik. Perlu diketahui rata-rata persentase tambahan penduduk pertahunnya (r). Hasil perhitungan rata-rata persentase tambahan penduduk pertahun Kelurahan Triwung Kidul dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Data Penduduk Kelurahan Triwung Kidul dan pertumbuhannya

Tahun	Penduduk	Pertumbuhan	r
2010	8.021	0	0,00%
2011	8.144	123	1,51%
2012	8.257	113	1,37%
2013	8.348	91	1,09%
2014	8.489	141	1,66%
2015	8.604	115	1,34%

Lanjutan Tabel 5.4 Data Penduduk Kelurahan Triwung Kidul dan Pertumbuhannya

Tahun	Penduduk	Pertumbuhan	r
2016	8,715	111	1,27%
rata2			1,18%

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Kemudian dilakukan perhitungan proyeksi penduduk Kelurahan Triwung Kidul hingga tahun 2026 menggunakan metode geometrik. Berikut ini adalah contoh perhitungan proyeksi penduduk Kelurahan Triwung Kidul pada tahun 2017.

$$P_o (2016) = 8.715 \text{ jiwa}$$

$$n = 2017 - 2016 = 1$$

$$r = 0,018$$

Maka proyeksi penduduk Kelurahan Triwung Kidul pada tahun 2017 adalah:

$$P_n = P_o + (r \times n)$$

$$P_n = 8715 + (0.018 \times 1) = 8.818 \text{ jiwa}$$

Hasil perhitungan untuk tahun-tahun selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut:

Tabel 5.5 Proyeksi Penduduk Kelurahan Triwung Kidul

No	Tahun Proyeksi	Pn (Jiwa)
1	2017	8.818
2	2018	8.921
3	2019	9.026
4	2020	9.133
5	2021	9.240
6	2022	9.349
7	2023	9.459

Lanjutan Tabel 5.5 Proyeksi Penduduk Kelurahan Triwung Kidul

No	Tahun Proyeksi	Pn (Jiwa)
8	2024	9.570
9	2025	9.683
10	2026	9.797

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Dengan cara yang sama selanjutnya dihitung pula proyeksi penduduk untuk kelurahan lainnya. Berikut adalah hasil total proyeksi penduduk se-Kota Probolinggo pada masing-masing kelurahan hingga tahun 2026 yang disajikan pada Tabel 5.6.

## 5.2 Proyeksi Fasilitas Umum

Proyeksi fasilitas umum merupakan sesuatu yang mutlak diperlukan dalam merencanakan pemenuhan dan pelayanan air minum suatu daerah. Selaras dengan perkembangan penduduk, perkembangan fasilitas juga akan semakin meningkat jumlahnya. Dengan adanya data mengenai proyeksi fasilitas nanti diharapkan dapat diketahui jumlah kebutuhan air dari segi non-domestik. Data fasilitas yang akan diproyeksikan pada perencanaan didasarkan pada jumlah pelanggan non-domestik yang telah terdaftar di PDAM. Sehingga proyeksi yang dilakukan merupakan asumsi pertambahan jumlah pelanggan non-domestik yang akan berlangganan pada masa yang akan datang. Data fasilitas umum yang digunakan seperti yang terdapat pada Tabel 2.3.

Proyeksi terhadap fasilitas umum juga didasarkan pada rencana pengembangan kota sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah. Untuk Kota Probolinggo sendiri, pengembangan untuk sektor perdagangan dan jasa akan dipusatkan di daerah Kelurahan Tisnonegaran, Kelurahan Mangunharjo serta sebagian kecil kecamatan Kedopok dan Wonoasih. Untuk sektor industri dan pergudangan akan difokuskan di daerah Kecamatan Kademangan. Sektor Perkantoran dan Instansi-instansi pada umumnya akan dikembangkan di sekitaran Kelurahan Pilang dan Sukabumi seperti yang terdapat pada Gambar 2.3 tentang tata guna lahan Kota Probolinggo di bab sebelumnya.

Tabel 5.6 Tabulasi Total Proyeksi Peduduk Kota Probolinggo masing-masing Kelurahan

Kelurahan	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Kademangan										
Triwung Kidul	8.818	8.921	9.026	9.133	9.240	9.349	9.459	9.570	9.683	9.797
Kademangan	8.386	8.509	8.634	8.761	8.890	9.020	9.153	9.287	9.424	9.562
Pohsangit Kidul	4.818	4.851	4.884	4.918	4.952	4.986	5.020	5.055	5.090	5.125
Pilang	6.285	6.352	6.420	6.488	6.557	6.627	6.697	6.768	6.840	6.913
Trwiung Lor	7.696	7.895	8.100	8.310	8.526	8.747	8.974	9.206	9.445	9.690
ketapang	8.299	8.334	8.368	8.403	8.438	8.473	8.508	8.543	8.579	8.614
Jumlah	44.302	44.863	45.433	46.013	46.602	47.202	47.811	48.430	49.060	49.701
Kedopok										
Sumber Wetan	5.639	5.688	5.737	5.787	5.837	5.887	5.938	5.990	6.041	6.094
Kareng Lor	5.075	5.125	5.176	5.228	5.280	5.333	5.386	5.439	5.493	5.548
Jrebeng Kulon	4.461	4.503	4.545	4.588	4.631	4.674	4.718	4.762	4.807	4.852
Jrebeng Lor	9.346	9.398	9.449	9.501	9.552	9.603	9.655	9.706	9.757	9.809
Jrebeng Wetan	5.391	5.637	5.894	6.164	6.445	6.740	7.048	7.370	7.706	8.058
Kedopok	3.935	3.975	4.016	4.056	4.096	4.137	4.177	4.217	4.258	4.298
Jumlah	33.848	34.327	34.818	35.323	35.841	36.374	36.921	37.484	38.063	38.659

Lanjutan Tabel 5.6 Tabulasi Total Proyeksi Penduduk Kota Probolinggo masing-masing Kelurahan

Kelurahan	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Wonoasih										
Wonoasih	3.799	3.831	3.863	3.895	3.928	3.961	3.994	4.027	4.061	4.095
Jrebeng Kidul	5.129	5.179	5.229	5.279	5.330	5.382	5.434	5.486	5.539	5.593
Pakis Taji	5.059	5.105	5.152	5.198	5.245	5.293	5.341	5.389	5.438	5.488
Kedunggaleng	2.627	2.643	2.660	2.676	2.693	2.709	2.726	2.743	2.760	2.777
Kedungasem	7.069	7.116	7.164	7.212	7.260	7.307	7.355	7.403	7.451	7.498
Sumber Taman	10.221	10.315	10.409	10.505	10.601	10.698	10.796	10.895	10.995	11.096
Jumlah	33905	34190	34.477	34.766	35.057	35.350	35.646	35.944	36.244	36.546
Mayangan										
Wiroborang	6.557	6.614	6.672	6.729	6.787	6.844	6.902	6.959	7.017	7.074
Jati	13.318	13.327	13.336	13.344	13.353	13.362	13.371	13.379	13.388	13.397
Sukabumi	10.593	10.553	10.513	10.474	10.434	10.394	10.354	10.314	10.274	10.235
Mangunharjo	20.208	20.317	20.426	20.535	20.644	20.752	20.861	20.970	21.079	21.188
Mayangan	11.900	12.050	12.202	12.355	12.511	12.669	12.828	12.990	13.153	13.319
Jumlah	62.576	62.861	63.148	63.437	63.728	64.021	64.316	64.613	64.912	65.213

Lanjutan Tabel 5.6 Tabulasi Total Proyeksi Penduduk Kota Probolinggo masing-masing Kelurahan

Kelurahan	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Kanigaran										
Curahgrinting	4.684	4.758	4.834	4.911	4.989	5.068	5.148	5.230	5.313	5.397
Kanigaran	19.156	19.288	19.420	19.552	19.684	19.816	19.948	20.080	20.211	20.343
Kebonsari Wetan	5.423	5.471	5.520	5.568	5.618	5.667	5.717	5.768	5.819	5.870
Sukoharjo	6.925	6.961	6.996	7.032	7.067	7.103	7.138	7.174	7.209	7.245
Kebonsari Kulon	14.902	14.952	15.003	15.053	15.104	15.155	15.205	15.256	15.306	15.357
Tisnonegaran	6.490	6.564	6.639	6.715	6.792	6.869	6.948	7.027	7.107	7.188
Jumlah	57.581	57.995	58.412	58.831	59.253	59.677	60.104	60.533	60.965	61.400
Total	<b>232.211</b>	<b>234.236</b>	<b>236.288</b>	<b>238.370</b>	<b>240.482</b>	<b>242.624</b>	<b>244.798</b>	<b>247.005</b>	<b>249.245</b>	<b>251.519</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk mengetahui pertambahan jumlah fasilitas umum setiap tahunnya, digunakan rumus perhitungan fasilitas umum pada persamaan (5):

$$F_n = w \times F_0$$

Dimana:

$F_n$  = Jumlah fasilitas untuk tahun ke-n

$W$  = Perbandingan jumlah penduduk pada tahun ke-n dengan jumlah penduduk pada tahun ke-0

Seperti halnya perhitungan proyeksi penduduk, perhitungan proyeksi fasilitas umum dilakukan pada tiap kelurahan diseluruh kecamatan. Sebagai contoh akan dilakukan perhitungan proyeksi fasilitas Niaga Kecil di kelurahan Mangunharjo, Kecamatan Mayangan.

- Jumlah fasilitas Niaga Kecil di Kelurahan Mangunharjo pada tahun 2017 = 183 Unit
- Jumlah penduduk di Kecamatan Mangunharjo pada tahun 2017 = 20.208 Jiwa
- Jumlah penduduk di Kecamatan Mangunharjo pada tahun 2026 = 21.188 Jiwa
- Jumlah fasilitas Niaga Kecil di Kelurahan Mangunharjo pada tahun 2026 =  $(21.188/20.208) \times 183 = 192$  Unit.

Dengan cara yang sama seperti contoh perhitungan diatas, didapatkan hasil proyeksi seluruh fasilitas umum pada masing-masing kelurahan. Berikut disajikan hasil proyeksi fasilitas umum Kota Probolinggo tahun 2021 yang dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan hasil proyeksi tahun 2026 pada Tabel 5.8, sedangkan hasil seluruh perhitungan proyeksi fasilitas umum dapat dilihat pada lampiran B.



Tabel 5.7 Tabulasi Total Proyeksi Fasilitas Umum Kota Probolinggo Tahun 2021

Kecamatan/Kelurahan		Sosial Umum	Sosial Khusus	Instansi	Niaga Kecil	Niaga Besar	Industri Kecil	Industri Besar	Khusus	Target Industri Besar	Industri Khusus	Jumlah
Kademangan												
1	Triwung Kidul	1	2									3
2	Kademangan		3	1	4							8
3	Pohsangit Kidul											0
4	Pilang	1	3	1	11	2	1	3				23
5	Trwiung Lor	1		1	1	1						4
6	ketapang	5	4	4	6							19
Jumlah		8	12	7	23	3	1	3	0	0	0	58
Kedopak												
1	Sumber Wetan											0
2	Kareng Lor	1	3									4
3	Jrebeng Kulon	1	2									3
4	Jrebeng Lor	2	1									3
5	Jrebeng Wetan	4	2	2	13							22
6	Kedopak		3	5								8
Jumlah		8	12	8	13	0	0	0		0	0	40
Wonoasih												
1	Wonoasih		1	1	1							3
2	Jrebeng Kidul			11		1						12
3	Pakis Taji	1		1								2
4	Kedunggaleng											0
5	Kedungasem											0
6	Sumber Taman	5	3	1								9

Lanjutan Tabel 5.7 Tabulasi Total Proyeksi Fasilitas Umum Kota Probolinggo Tahun 2021

Kecamatan/Kelurahan		Sosial Umum	Sosial Khusus	Instansi	Niaga Kecil	Niaga Besar	Industri Kecil	Industri Besar	Khusus	Target Industri Besar	Industri Khusus	Jumlah
Jumlah		6	4	15	1	1	0	0	0	0	0	27
Mayangan												
1	Wiroborang	10	7	3	18							38
2	Jati	24	11	17	107	1	2					162
3	Sukabumi	26	36	52	50	13						177
4	Mangunharjo	48	26	29	187	6		1				296
5	Mayangan	26	12	25	38	3	6	2	2	1	1	117
Jumlah		134	92	126	400	23	8	3	2	1	1	791
Kanigaran												
1	Curahgrinting	6	2	3	7							19
2	Kanigaran	18	16	13	12							61
3	Kebonsari Wetan	2		1								3
4	Sukoharjo	8	9	2	6							26
5	Kebonsari Kulon	20	15	6	190	4	2					237
6	Tisnonegaran	17	21	53	92	20	1	1				205
Jumlah		72	64	79	308	24	3	1	0	0	0	551

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.8 Tabulasi Total Proyeksi Fasilitas Umum Kota Probolinggo Tahun 2026

Kecamatan/Kelurahan		Sosial Umum	Sosial Khusus	Instansi	Niaga Kecil	Niaga Besar	Industri Kecil	Industri Besar	Khusus	Target Industri Besar	Industri Khusus	Jumlah
Kademangan												
1	Triwung Kidul	1	2									3
2	Kademangan		3	1	5							9
3	Pohsangit Kidul											0
4	Pilang	1	3	1	12	2	1	3				24
5	Trwiung Lor	1		1	1	1						5
6	ketapang	5	4	4	6							20
Jumlah		9	13	8	24	3	1	3	0	0	0	61
Kedopak												
1	Sumber Wetan											0
2	Kareng Lor	1	3									4
3	Jrebeng Kulon	1	2									3
4	Jrebeng Lor	2	1									3
5	Jrebeng Wetan	4	3	3	16							27
6	Kedopak		3	5								9
Jumlah		9	13	8	16	0	0	0	0	0	0	46
Wonoasih												
1	Wonoasih		1	1	1							3
2	Jrebeng Kidul			12		1						13
3	Pakis Taji	1		1								2
4	Kedunggaleng											0
5	Kedungasem											0
6	Sumber Taman	5	3	1								10

Lanjutan Tabel 5.8 Tabulasi Total Proyeksi Fasilitas Umum Kota Probolinggo Tahun 2026

Kecamatan/Kelurahan		Sosial Umum	Sosial Khusus	Instansi	Niaga Kecil	Niaga Besar	Industri Kecil	Industri Besar	Khusus	Target Industri Besar	Industri Khusus	Jumlah
Jumlah		7	4	15	1	1	0	0	0	0	0	28
Mayangan												
1	Wiroborang	11	8	3	18							40
2	Jati	24	11	17	108	1	2					163
3	Sukabumi	25	36	52	49	13						175
4	Mangunharjo	49	26	29	192	6		1				304
5	Mayangan	28	12	27	40	3	7	2	2	1	1	124
Jumlah		137	93	129	407	23	9	3	2	1	1	806
Kanigaran												
1	Curahgrinting	7	2	3	8							21
2	Kanigaran	19	17	14	13							63
3	Kebonsari Wetan	2		1								3
4	Sukoharjo	8	9	2	6							26
5	Kebonsari Kulon	21	15	6	193	4	2					241
6	Tisnonegaran	18	22	56	97	21	1	1				217
Jumlah		75	66	83	317	25	3	1	0	0	0	571

Sumber: Hasil Perhitungan

## **5.3 Penentuan Blok Pelayanan**

### **5.3.1 Jaringan Eksisting**

Dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih, PDAM Probolinggo senantiasa melakukan perbaikan dan pengembangan terhadap pipa yang telah ada. Mulai dari perbaikan fisik maupun non-fisik. Perbaikan fisik yang dilakukan pada umumnya ialah pengerjaan dalam menyelesaikan pegaduan dari pelanggan seperti pipa bocor, tekanan air rendah, bahkan air tidak mengalir.

Dalam praktik dilapangan, perbaikan terhadap gangguan tekanan air rendah dilakukan dengan menyambungkan pipa yang memiliki tekanan rendah dengan pipa terdekat yang tekanan airnya masih mencukupi (tinggi). Hal ini yang menyebabkan jaringan pipa yang ada tidak ada sistem blok dalam penerapannya. yang artinya tidak terdapat *tapping* khusus untuk suatu daerah pelayanan tertentu.

Dengan diterapkannya sistem blok. maka suatu daerah pelayanan dapat diketahui total debit air yang disuplai menuju pelanggan pada daerah tersebut. Kemudian dengan membandingkan total air terjual dan total air tersuplai yang tercatat maka akan didapat analisis yang lebih rinci mengenai penjualan air. penyediaan air. dan masalah kebocoran dari tiap bloknya. Berikut disajikan peta eksisting jaringan perpipaan yang ada di Kota Probolinggo pada Gambar 5.1.

### **5.3.2 Persentase Pelayanan Eksisting**

Dalam proses analisis kondisi eksisting, persentase yang ada pada masa sekarang mutlak harus diketahui. Tujuannya agar dapat memahami sejauh mana keberhasilan pihak PDAM dalam melayani dan menjangkau masyarakat Kota Probolinggo (Pelanggan). Berdasarkan rekapan cakupan pelayanan yang tersaji pada Tabel 2.2 yang hanya diketahui cakupan pelayanan masing-masing kecamatan. Sehingga perlu diperkirakan untuk mengetahui cakupan pelayanan pada tingkat kelurahan dengan menbandingkan jumlah penyebaran pelanggan di masing-masing kelurahan yang tersaji pada Tabel 2.3. Perbandingan akan

dilakukan pada sektor pelanggan domestik, dikarenakan jumlah sektor domestik dianggap paling merepresentasikan cakupan pelayanan suatu wilayah. Sebagai contoh akan dilakukan perhitungan cakupan pelayanan pada Kecamatan Kademangan sesuai dengan persamaan (14) seperti berikut:

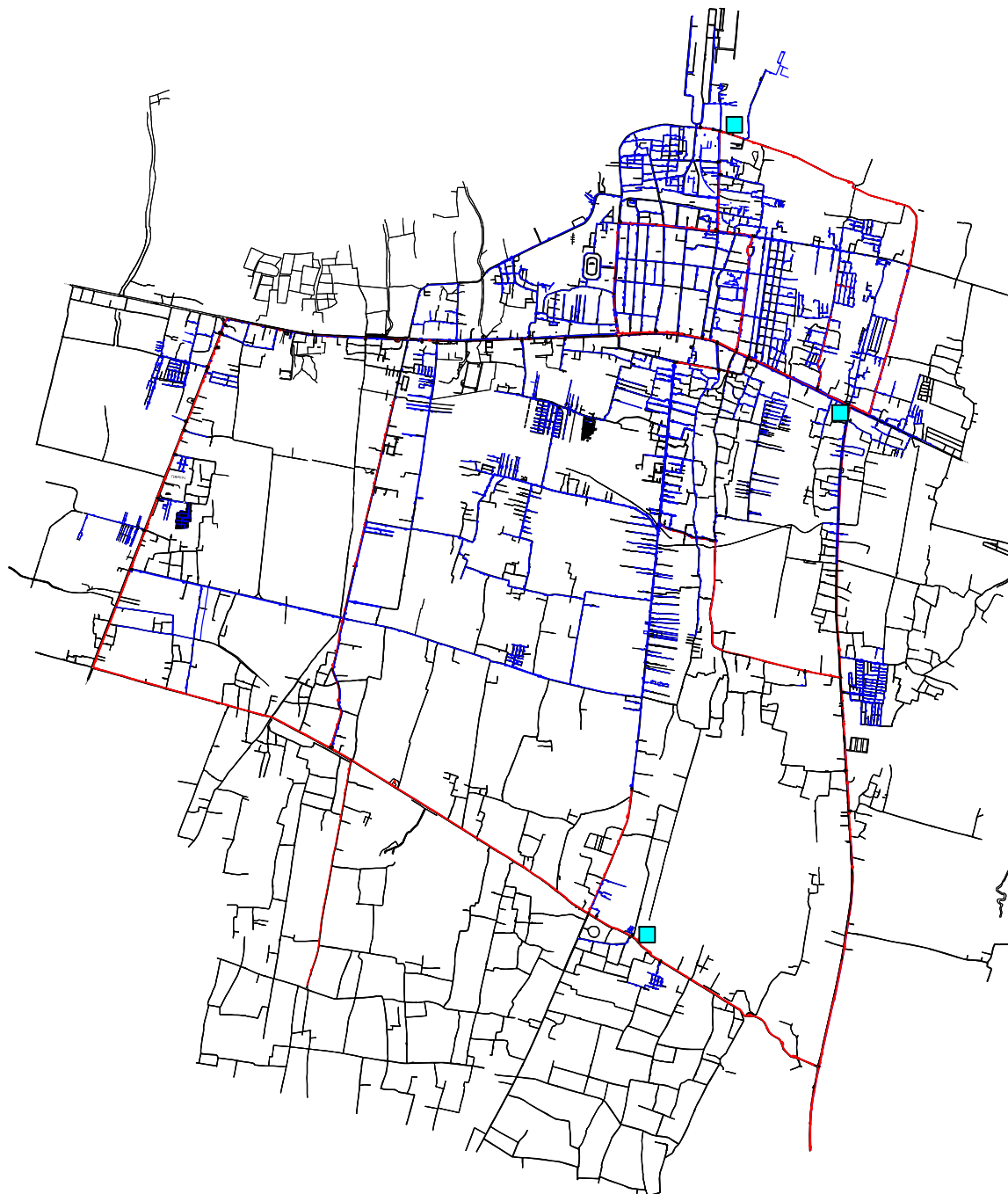
- Jumlah pelanggan domestik Kelurahan Triwung Kidul tahun 2017 = 159
- Jumlah orang setiap rumah = 6 orang
- Jumlah penduduk Kelurahan Triwung Kidul tahun 2017 = 8.818

$$\% \text{pelayanan} = ((159 \times 6) / 8818) \times 100\% = 11 \%$$

Dengan cara yang sama untuk kelurahan lainnya didapatkan persentase pelayanan bagi kelurahan Kademangan, Pohsangit Kidul, Pilang, Triwung Lor, dan Ketapang secara berturut-turut 5%, 0%, 46%, 28%, dan 42%. Pada kelurahan Pohsangit Kidul nilai persentase pelayanan bernilai 0% dikarenakan pada wilayah ini belum ada sama sekali masyarakat yang menjadi pelanggan PDAM, baik dari segi domestik maupun non-domestik.

Untuk memastikan bahwa perhitungan yang dilakukan telah sesuai dengan yang tercatat pada catatan cakupan pelayanan pelanggan PDAM, maka dihitung kembali rata-rata %pelayanan total per Kelurahan dalam satu kecamatan hasil perhitungan diatas.

- Jumlah penduduk total terlayani Kelurahan Triwung Kidul =  $(159 \times 6) = 954$  Jiwa
- Kelurahan Kademangan = 432 Jiwa
- Kelurahan Pohsangit Kidul = 0 Jiwa
- Kelurahan Pilang = 2.862 Jiwa
- Kelurahan Ketapang = 3.468 Jiwa
- Total Penduduk Terlayani = 9.852 Jiwa
- Total Penduduk Kecamatan Kademangan = 44.302 Jiwa
- %pelayanan =  $(9.852 / 44.302) \times 100\% = 22\%$



JURUSAN

**TEKNIK LINGKUNGAN**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

**Gambar 5.1 Jaringan Eksisting  
Pipa Distribusi Air Minum Kota  
Probolinggo**

DOSEN PEMBIMBING

**Alfan Purnomo, ST., MT.**

LEGENDA

- Rumah Pompa
- Jalan
- Pipa Sekunder dan Tersier
- Pipa Primer

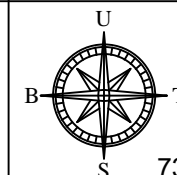
DRAFTER

**Ekadhana Chana Pratama**  
3313100003

SKALA

1 : 60.000

MATA ANGIN



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



Berdasarkan pencatatan yang telah dilakukan pihak PDAM diketahui bahwa persentase pelayanan Kecamatan Kademangan sebesar 25.77%, sehingga diperlukan beberapa pembulatan sebagai asumsi jumlah dari persentase pelayanan non-domestik. Hasil perhitungan untuk seluruh kecamatan yang ada di Kota Probolinggo disajikan pada Tabel 5.9 Berikut ini.

Tabel 5.9 Persentase Pelayanan Eksisting masing-masing Kelurahan

Kademangan	25,77	%	Jiwa
	Triwung Kidul	17	1.499
	Kademangan	12	1.006
	Pohsangit Kidul	0	0
	Pilang	46	2.891
	Trwiung Lor	32	2.463
	ketapang	43	3.569
	Jumlah	0,2579	11.428
Kedopak	13,68		
	Sumber Wetan	0	0
	Kareng Lor	18	913
	Jrebeng Kulon	10	446
	Jrebeng Lor	5	467
	Jrebeng Wetan	50	2.670
	Kedopak	4	138
	Jumlah	0,1369	4.635
Wonoasih	17,27		
	Wonoasih	7	266
	Jrebeng Kidul	5	256
	Pakis Taji	15	756
	Kedunggaleng	0	0
	Kedungasem	0	0

Lanjutan Tabel 5.9 Persentase Pelayanan Eksisting masing-masing Kelurahan

	Sumber Taman	45	4.620
	Jumlah	0,1739	5.898
Mayangan	100		
	Wiroborang	100	6.557
	Jati	100	13.318
	Sukabumi	100	10.593
	Mangunharjo	100	20.208
	Mayangan	100	11.900
	Jumlah	1	62.576
Kanigaran	47,88		
	Curahgrinting	67	3.138
	Kanigaran	47	9.003
	Kebonsari Wetan	18	976
	Sukoharjo	30	2.078
	Kebonsari Kulon	45	6.706
	Tisnonegaran	87	5.647
	Jumlah	0,4785	27.548

Sumber: Hasil Perhitungan

### 5.3.3 Penentuan Blok Pelayanan

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, pembuatan blok-blok pelayanan akan mempermudah dalam hal operasional dan perawatan. Pada penentuan blok pelayanan sebelumnya perlu ditentukan terlebih dahulu pipa-pipa mana yang akan menjadi pipa Primer, pipa yang akan menjadi Pipa sekunder-tercier(servis), dan Pipa yang akan menjadi pipa *Tapping*.

Dalam penentuan blok pelayanan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti kepadatan penduduk, topografi, tata guna lahan, dan batas wilayah baik secara administratif maupun batas fisik lainnya seperti jalan, sungai, dll.

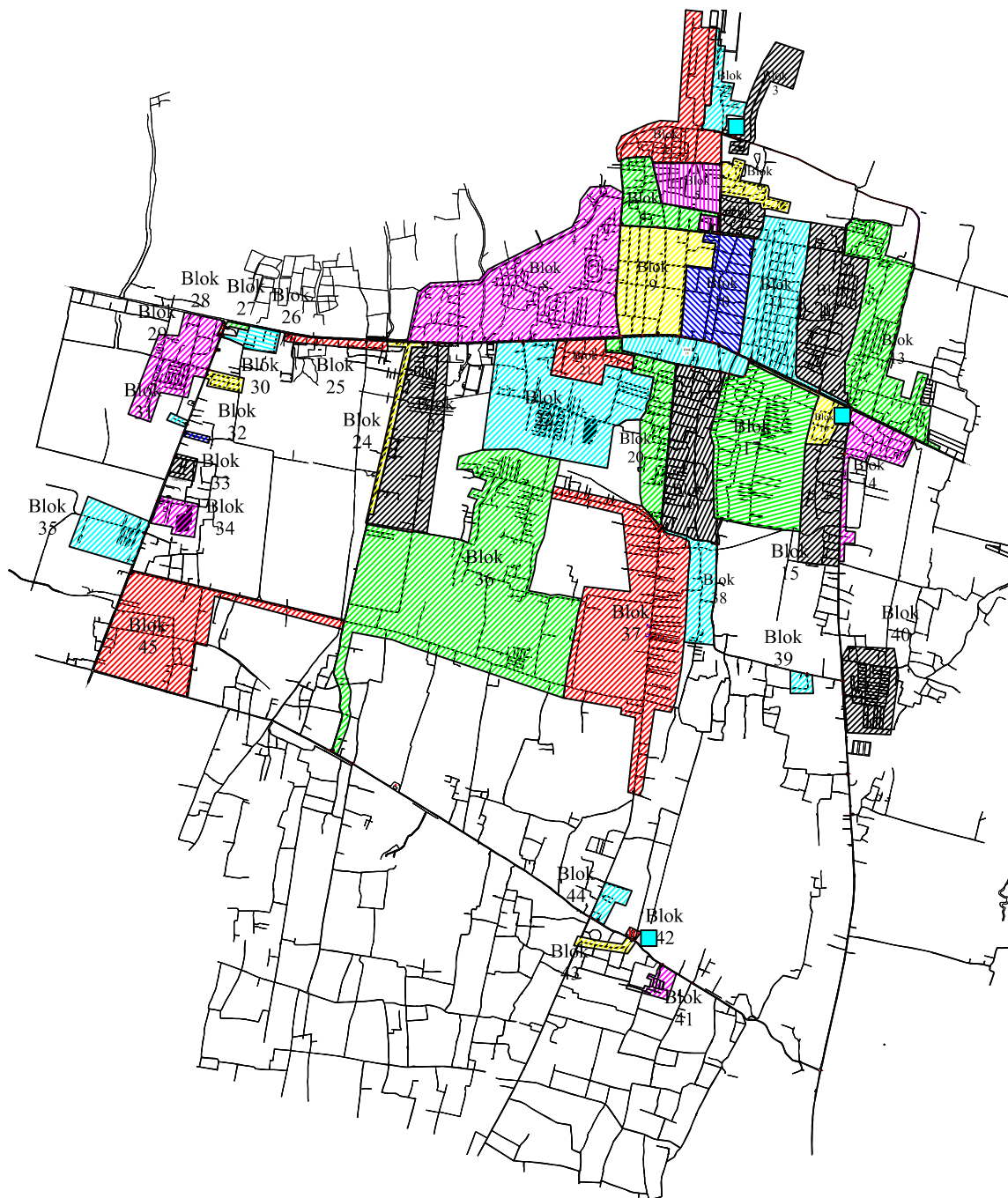
Sehingga pada penentuan blok pelayanan Kota Probolinggo kali ini dibagi menjadi 45 blok dimana masing-masing blok terdiri satu kelurahan, dua kelurahan, atau bahkan lebih dari tiga kelurahan. Berikut disajikan gambaran pembagian blok di Kota Probolinggo yang disajikan pada Gambar 5.2 dan Tabel 5.10 sebagai penjelasan atas pembagian wilayah yang masuk kedalam suatu blok.

Tabel 5.10 Pembagian Wilayah masing-masing Blok dan Cakupan Luasan perwilayah.

No Blok	Wilayah	Cakupan Luasan (%)
Blok 1	mayangan	35
Blok 2	mayangan	10
Blok 3	mayangan	5
Blok 4	mayangan	25
	Sukabumi	25
Blok 5	mayangan	25
	mangunharjo	10
Blok 6	mangunharjo	10
Blok 7	mangunharjo	15
Blok 8	Sukabumi	35
	Pilang	40
Blok 9	Sukabumi	40
	Tisnonegaran	15
Blok 10	Tisnonegaran	15
	mangunharjo	20
	Jati	10
Blok 11	mangunharjo	25
	Jati	30
Blok 12	mangunharjo	10
	jati	25

Lanjutan Tabel 5.10 Pembagian Wilayah masing-masing Blok dan Cakupan Luasan perwilayah

No Blok	Wilayah	Cakupan Luasan (%)
Blok 14	wiroborang	40
	Sukoharjo	45
Blok 15	wiroborang	10
	Jati	10
	Sukoharjo	45
	kebonsari wetan	5
Blok 16	jati	15
	wiroborang	10
Blok 17	Jati	10
	Kebonsari Kulon	10
	Kebonsari Wetan	30
	Jrebeng Lor	25
Blok 18	Tisnonegaran	10
	Kebonsari Kulon	20
	Jati	5
Blok 19	Kebonsari Kulon	25
	Kanigaran	20
Blok 20	Tisnonegaran	10
	Kebonsari Kulon	25
	Kanigaran	15
Blok 21	Tisnonegaran	15
Blok 22	Kanigaran	15
	Tisnonegaran	10
Blok 23	Curah Grinting	25
	Pilang	10
Blok 24	Pilang	10



JURUSAN

**TEKNIK LINGKUNGAN**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

**Gambar 5.2 Pembagian Blok  
Pelayanan Air Minum Kota  
Probolinggo**

DOSEN PEMBIMBING

**Alfan Purnomo, ST., MT.**

LEGENDA

- Rumah Pompa
- Jalan
- Blok Pelayanan

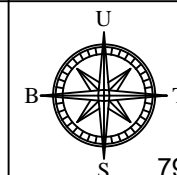
DRAFTER

**Ekadhana Chana Pratama**  
3313100003

SKALA

1 : 60.000

MATA ANGIN



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lanjutan Tabel 5.10 Pembagian Wilayah masing-masing Blok dan Cakupan Luasan perWilayah

No Blok	Wilayah	Cakupan Luasan (%)
Blok 25	Pilang	20
Blok 26	Ketapang	15
Blok 27	Ketapang	5
Blok 28	Ketapang	5
Blok 29	Ketapang	30
Blok 30	Ketapang	10
Blok 31	Triwung Lor	5
Blok 32	Triwung Lor	5
Blok 33	Triwung Lor	10
Blok 34	Triwung Lor	15
Blok 35	Triwung Lor	30
Blok 36	Kanigaran	15
	Curah Grinting	25
	Pilang	5
	Kademangan	20
	Kareng Lor	8
	Jrebeng Kulon	40
Blok 37	Kanigaran	15
	Jrebeng Kulon	10
	Jrebeng Wetan	45
	Kedopak	10
Blok 38	Kanigaran	5
	Jrebeng Wetan	10
Blok 39	Jrebeng Lor	10
Blok 40	Sumber Taman	40

Lanjutan Tabel 5.10 Pembagian Wilayah masing-masing Blok dan Cakupan Luasan perWilayah

No Blok	Wilayah	Cakupan Luasan (%)
Blok 41	Pakis Taji	20
Blok 42	Jrebeng Kidul	5
Blok 43	Jrebeng Kidul	5
Blok 44	Wonoasih	10
Blok 45	Triwung Kidul	45

*Sumber: Hasil Perhitungan*

## 5.4 Perhitungan Kebutuhan Air

Kebutuhan air suatu kota didasarkan pada kebutuhan air domestik, kebutuhan air non domestik, dan kebocoran yang terjadi pada jaringan pipa. Dalam perhitungan ini perlu diketahui pula nilai kebutuhan air dari masing-masing komponen diatas yang akan dibahas lebih lanjut pada pembahasan berikut.

### 5.4.1 Komponen Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air dari sektor domestik merupakan penyumbang jumlah kebutuhan yang paling besar dari sektor lainnya karena probolinggo sendiri merupakan kota yang berfokus pada pengembangan kependudukan daripada sektor yang lain.

Sektor domestik di Kota Probolinggo ini terbagi menjadi 2 golongan yakni golongan rumah tangga A dan rumah tangga B. Golongan Rumah tangga A dan B merupakan rumah yang hanya digunakan sebagai tempat tinggal tanpa ada kegiatan usaha, namun perbedaan golongan ini didasarkan pada tipe dan lokasi rumahnya.

Nilai kebutuhan air golongan rumah tangga didapatkan dari data primer hasil survey terhadap masyarakat yang termuat dalam lampiran A dan data sekunder hasil pencatatan PDAM yang telah tersaji pada Tabel 2.4 tentang jumlah pemakaian air per tarif pelanggan. Dari ketiga data didapatkan:



- Kebutuhan air hasil survey = 125 l/orang.hari (perhitungan terlampir)
- Kebutuhan air Rumah tangga A dan B berdasarkan data PDAM Kota Probolinggo dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.11 Perhitungan Kebutuhan Air Rumah Tangga A

RUMAH TANGGA A					
M3	JML PEL	M3/pelanggan. bulan	l/unit.hari	L/unit.dtik	l/org.hari
203.083	11.369	18	595	0,0069	119
187.749	11.361	17	551	0,0064	110
188.932	11.364	17	554	0,0064	111
204.304	11.363	18	599	0,0069	120
190.952	11.363	17	560	0,0065	112
193.171	11.376	17	566	0,0066	113
192.718	11.393	17	564	0,0065	113
209.136	11.409	18	611	0,0071	122
193.562	11.462	17	563	0,0065	113
198.430	11.481	17	576	0,0067	115
202.289	11.488	18	587	0,0068	117
193.017	11.504	17	559	0,0065	112
196.445	Rata-rata	17,2153	573,8417	0,0066	114,7683

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.12 Perhitungan Kebutuhan Air Rumah Tangga B

RUMAH TANGGA B					
M3	JML PEL	M3/pelanggan.bulan	l/unit.hari	l/unit.detik	l/org.hari
95.437	5.067	19	628	0,0073	126
91.055	5.083	18	597	0,0069	119
90.710	5.108	18	592	0,0069	118
97.073	5.131	19	631	0,0073	126
93.238	5.138	18	605	0,0070	121
91.215	5.144	18	591	0,0068	118
92.792	5.138	18	602	0,0070	120
97.663	5.130	19	635	0,0073	127
93.310	5.124	18	607	0,0070	121
95.826	5.122	19	624	0,0072	125
96.101	5.120	19	626	0,0072	125
90.653	5.118	18	590	0,0068	118
93.756	Rata-rata	18,3170	610,5667	0,0071	122,1133

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari data diatas dapat dirata-rata bahwa kebutuhan air untuk sektor domestik sebesar =  $(124,6 \text{ l/orang.hari} + 114,7 \text{ l/orang.hari} + 122,1 \text{ l/orang.hari})/3 = 120,4 \text{ l/orang.hari}$ . Dalam perhitungan nantinya akan digunakan jumlah kebutuhan air sektor domestik (rumah tangga) sebesar 120 l/orang.hari.

#### **5.4.2 Komponen Kebutuhan Air Non Domestik**

Kebutuhan sektor non domestik adalah segala jenis kebutuhan air yang berasal dari non-rumah tangga. Pada perencanaan ini, penggolongan sektor non-domestik didasarkan pada penggolongan struktur tarif pelanggan PDAM. Berikut penjelasan singkat mengenai masing-masing penggolongan sektor non-domestik tersebut.

**l. Sosial Umum**

Golongan pelanggan sosial umum terdiri dari kelompok-kelompok fasilitas seperti kamar mandi umum, W.C umum, Terminal air, dan Tempat ibadah.

**m. Sosial Khusus**

Golongan pelanggan sosial khusus termasuk kedalam golongan golongan I (sama seperti sosial umum). Golongan ini terdiri dari jenis-jenis fasilitas seperti yayasan sosial, panti asuhan, sekolah negeri/swasta, asrama sekolah, rumah sakit, Puskesmas, dan Poliklinik pemerintah.

**n. Instansi**

Golongan ini termasuk kedalam golongan II setara dengan kelompok rumah tangga A maupun B. Golongan Instansi terdiri dari jenis-jenis sarana instansi pemerintah, kantor pemerintah, asrama pemerintah, gedung pertemuan milik pemerintah, kolam renang milik pemerintah, pusat pelelangan ikan, dan Rusunawa.

**o. Niaga Kecil**

Jenis-jenis fasilitas yang termasuk kedalam golongan ini diantaranya adalah pedagang eceran, toko/ruko, kantor perusahaan, biro jasa, pasar swasta, rumah penginapan/losemas, salon kecantikan dan potong rambut, apotik, tempat praktek dokter swasta, poliklinik swasta, laboratorium swasta, notaris, dan usaha sejenis lainnya.

**p. Niaga Besar**

Jenis-jenis yang termasuk kedalam golongan ini diantaranya adalah Importir/Eksportir, Pasar Swalayan/Supermarket, Kolam renang swasta, Distribusi/Pedagang pasar, Hotel, Tempat Hiburan (Bioskop, diskotik, steambath, night club, cafe, dsb),

bengkel mobil, kantor bank/perusahaan jasa, Dealer, SPBU, rumah sakit swasta, tempat cuci mobil, restoran, dan usaha-usaha sejenis lainnya.

q. Industri Kecil

Industri kecil termasuk golongan IV dari golongan industri. Jenis-jenis fasilitas yang termasuk kedalam golongan ini antara lain Industri rumah, Pengerajin, Usaha konfeksi, Modeling, Tempat peternakan, dan usaha industri yang sejenis.

r. Industri Besar

Jenis-jenis fasilitas yang termasuk kedalam golongan ini antara lain pabrik makanan, pabrik minuman, pabrik kimia, pabrik tekstil, pabrik es, cold storage, pabrik perakitan kendaraan, dan usaha industri yang sejenis.

s. Khusus

Golongan khusus masuk kedalam golongan tarif V. Jenis-jenis fasilitas yang masuk kedalam golongan ini antara lain pelabuhan laut, pelabuhan udara, dan pelabuhan sungai atau danau.

t. Target Industri Besar

Golongan ini merupakan golongan baru yang terdiri dari industri-industri besar yang telah menyatakan kesiapan dan kesediaan dalam memenuhi pemakaian minimal setiap jangka waktu tertentu sehingga tarif air untuk golongan ini berbeda dari tarif golongan yang lain.

u. Industri Khusus

Golongan industri khusus merupakan golongan yang terdiri dari industri-industri yang memiliki MoU khusus dengan pihak PDAM ataupun Instansi pemerintah yang lain.

Berikut besar kebutuhan air dari salah satu contoh golongan sektor non-domestik yang disajikan pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Kebutuhan Air Sektor Non Domestik Sosial Umum

SOSIAL UMUM			
M3	JML PEL	l/unit.hari	l/unit.s
5.262	221	794	0,0092
5.014	221	756	0,0088
5.106	219	777	0,0090
5.501	219	837	0,0097
5.124	219	780	0,0090
5.712	219	869	0,0101
5.933	219	903	0,0105
5.739	219	874	0,0101
5.517	219	840	0,0097
5.674	219	864	0,0100
5.304	219	807	0,0093
5.111	219	778	0,0090
5.416	Rata-rata	823	0,0095

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Dengan cara yang sama seperti perhitungan sektor sosial umum diatas. maka didapatkan kebutuhan air dari seluruh golongan pada sektor non-domestik yang disajikan pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Kebutuhan Air Non-Domestik

Golongan	Kebutuhan (l/unit.hari)
SOSIAL UMUM	823
SOSIAL KHUSUS	1.688
INSTANSI	3.439
NIAGA KECIL	622
NIAGA BESAR	2.312
INDUSTRI KECIL	1.719
INDUSTRI BESAR	5.422
KHUSUS	12.632
TARGET IND.BESAR	56.414
IND. KHUSUS	693.967

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 5.4.3 Kebocoran

Pengoperasian sistem jaringan pipa suatu daerah tidak pernah lepas dari masalah kebocoran air, begitu juga yang terjadi di sistem jaringan Kota Probolinggo. Rata-rata nilai kebocoran yang terjadi di jaringan pipa Kota Probolinggo seperti yang telah dimuat dalam Tabel 2.7 Produksi air, air terjual, dan Persentase Kebocoran Tahun 2016 sebesar 23.7%. Namun didalam perencanaan ini digunakan nilai kebocoran sebesar 25% pada tahun awal perencanaan sebagai faktor keamanan apabila terjadi peningkatan kebocoran di masa yang akan datang.

#### 5.4.4 Perhitungan Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air dilakukan pada masing-masing blok yang telah ditentukan dengan memperhatikan besaran-besaran dan batas-batas yang telah ditetapkan pada pembahasan sebelumnya. Sebagai contoh akan dilakukan perhitungan kebutuhan air pada Blok 1.

Blok 1 merupakan daerah pelayanan yang terdiri dari satu kelurahan saja, yaitu Kelurahan Mayangan dimana Kelurahan ini 100% wilayahnya dilayani oleh PDAM. Berdasarkan luasan

wilayahnya, seluas 35% dari luas seluruh kelurahan mayangan masuk kedalam wilayah Blok 1. Berdasarkan perhitungan sebelumnya pula, didapatkan persentase pelayanan Kelurahan mayangan sebesar 100% (Tabel 5.9). Sehingga persentase layanan yang termasuk kedalam blok 1 dari Kelurahan Mayangan sebesar:

$$\begin{aligned}\% \text{Blok} &= (\% \text{luas wilayah kelurahan dalam blok} / \% \text{luas wilayah kelurahan terlayani}) \times \% \text{pelayanan PDAM} \\ &= (35\% / 100\%) \times 100\% \\ &= 35\%\end{aligned}$$

Perhitungan untuk persentase blok dari masing-masing blok pelayanan dilakukan dengan cara yang sama seperti pada perhitungan blok 1. Sehingga didapatkan total persentase pelayanan untuk seluruh kota dari masing-masing blok pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5.15 Persentase layanan masing-masing kelurahan tiap blok

No Blok	Wilayah	Cakupan Luasan (%)	% Domestik	% Non Domestik
Blok 1	mayangan	35	35	35
Blok 2	mayangan	10	10	10
Blok 3	mayangan	5	5	5
Blok 4	mayangan	25	25	25
	Sukabumi	25	25	25
Blok 5	mayangan	25	25	25
	mangunharjo	10	10	10
Blok 6	mangunharjo	10	10	10
Blok 7	mangunharjo	15	15	15
Blok 8	Sukabumi	35	35	35
	Pilang	40	16	47

Lanjutan Tabel 5.15 Persentase layanan masing-masing kelurahan tiap blok

No Blok	Wilayah	Cakupan Luasan (%)	% Domestik	% Non Domestik
Blok 9	Sukabumi	40	40	40
	Tisnonegaran	15	13	20
Blok 10	Tisnonegaran	15	13	20
	mangunharjo	20	20	20
	Jati	10	10	10
Blok 11	mangunharjo	25	25	25
	Jati	30	30	30
Blok 12	mangunharjo	10	10	10
	jati	25	25	25
Blok 13	mangunharjo	10	10	10
	wiroborang	40	40	40
Blok 14	wiroborang	40	40	40
	Sukoharjo	45	13	50
Blok 15	wiroborang	10	10	10
	Jati	10	10	10
	Sukoharjo	45	12	50
	kebonsari wetan	5	2	14
Blok 16	jati	15	15	15
	wiroborang	10	10	10



Lanjutan Tabel 5.15 Persentase layanan masing-masing kelurahan tiap blok

No Blok	Wilayah	Cakupan Luasan (%)	% Domestik	% Non Domestik
Blok 17	Jati	10	10	10
	Kebonsari Kulon	10	9	13
	Kebonsari Wetan	30	13	86
	Jrebeng Lor	25	4	71
Blok 18	Tisnonegaran	10	9	13
	Kebonsari Kulon	20	18	25
	Jati	5	5	5
Blok 19	Kebonsari Kulon	25	22	31
	Kanigaran	20	18	24
Blok 20	Tisnonegaran	10	9	13
	Kebonsari Kulon	25	22	31
	Kanigaran	15	13	19
Blok 21	Tisnonegaran	15	13	20
Blok 22	Kanigaran	15	13	18
	Tisnonegaran	10	9	13
Blok 23	Curah Grinting	25	18	50
	Pilang	10	4	12
Blok 24	Pilang	10	4	12
Blok 25	Pilang	20	8	24
Blok 26	Ketapang	15	10	23

Lanjutan Tabel 5.15 Persentase layanan masing-masing kelurahan tiap blok

No Blok	Wilayah	Cakupan Luasan (%)	% Domestik	% Non Domestik
Blok 27	Ketapang	5	3	8
Blok 28	Ketapang	5	3	8
Blok 29	Ketapang	30	18	46
Blok 30	Ketapang	10	6	15
Blok 31	Triwung Lor	5	2	8
Blok 32	Triwung Lor	5	2	8
Blok 33	Triwung Lor	10	3	15
Blok 34	Triwung Lor	15	5	23
Blok 35	Triwung Lor	30	10	46
Blok 36	Kanigaran	15	13	18
	Curah Grinting	25	18	50
	Pilang	5	3	6
	Kademangan	20	14	100
	Kareng Lor	8	18	100
	Jrebeng Kulon	40	6	80
Blok 37	Kanigaran	15	13	18
	Jrebeng Kulon	10	1	20
	Jrebeng Wetan	45	26	82
	Kedopok	10	5	100

Lanjutan Tabel 5.15 Persentase layanan masing-masing kelurahan tiap blok

No Blok	Wilayah	Cakupan Luasan (%)	% Domestik	% Non Domestik
Blok 38	Kanigaran	5	4	6
	Jrebeng Wetan	10	6	18
Blok 39	Jrebeng Lor	10	2	29
Blok 40	Sumber Taman	40	50	100
Blok 41	Pakis Taji	20	12	100
	Jrebeng Kidul	0	0	0
Blok 42	Jrebeng Kidul	5	3	50
Blok 43	Jrebeng Kidul	5	3	50
	Wonoasih	0	0	0
	Kedopok	0	0	0
Blok 44	Wonoasih	10	5	100
Blok 45	Triwung Kidul	45	18	100

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada kolom non-domestik % pelayanan berbeda dengan % pelayanan domestik. Hal ini dikarenakan jumlah komponen yang digunakan dalam perhitungan merupakan jumlah unit yang telah berlangganan dengan PDAM. Sehingga persentase pelayanannya tidak mengikuti perhitungan non-domestik melainkan secara otomatis persentase pelayanan non-domestik pada suatu daerah sebesar 100% dan pembagian persentase pelayanan hanya didasarkan pada luasan daerah yang masuk kedalam suatu blok.

Selanjutnya dihitung kebutuhan air dari masing-masing komponen (sebagai contoh dilakukan perhitungan pada blok 1)

a. Domestik

- Jumlah penduduk Kelurahan Mayangan = 11.900 Jiwa
- Jumlah penduduk terlayani =  $11.900 \times 35\% = 4.165$  Jiwa
- Jumlah penduduk persambungan = 6 orang
- Jumlah Sambungan = 694 SR
- Unit konsumsi = 120 liter / orang.hari
- Pemakaian rata-rata =  $4.165 \text{ jiwa} \times 120 \text{ liter/orang.hari} = 5.78 \text{ liter/detik}$

b. Non Domestik (contoh: sosial umum)

- Jumlah pelanggan = 25 Unit
- Unit pemakaian = 823 liter/unit.hari
- Pemakaian =  $25 \text{ Unit} \times 35\% \times 823 \text{ liter/unit.hari} = 0,0833 \text{ liter/detik}$

Untuk perhitungan unit non-domestik yang lain dilakukan perhitungan yang sama dengan unit sosial umum. Didapatkan hasil pemakaian dari masing-masing unit pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16 Pemakaian air sektor Non-Domestik

1	Sosial Umum	Satuan/units	2017
	Jumlah Pelanggan	Unit	25
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	823
	Pemakain	l/detik	0,083
2	Sosial Khusus		
	Jumlah Pelanggan	Unit	11
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	1.688
	Pemakain	l/detik	0,075217593
3	Instansi		
	Jumlah Pelanggan	Unit	24
	Unit Pemakaian	lt/Unit.hari	3.439
	Pemakain	l/detik	0,334

Sumber: Hasil Perhitungan

Lanjutan Tabel 5.16 Pemakaian air sektor Non-Domestik

4	Niaga Kecil		
	Jumlah Pelanggan	Unit	36
	Unit Pemakaian	l/unit.hari	619
	Pemakain	l/detik	0,091
5	Niaga Besar		
	Jumlah Pelanggan	Unit	3
	Unit Pemakaian	l/Unit.hari	2.312
	Pemakain	l/detik	0,028
6	Industri Kecil		
	Jumlah Pelanggan	Unit	6
	Unit Pemakaian	lt/Unit.hari	1719
	Pemakain	l/detik	0,0415
7	Industri Besar		
	Jumlah Pelanggan	Unit	2
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	5.422
	Pemakain	l/detik	0,044
8	Khusus		
	Jumlah Pelanggan	Unit	2
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	12.632
	Pemakain	l/detik	0,102
9	Target Industri Besar*		
	Jumlah Pelanggan	Unit	1
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	56.414
	Pemakain	l/detik	0*
10	Industri Khusus*		
	Jumlah Pelanggan	Unit	1
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	693.967
	Pemakain	l/detik	0*

\*Catatan: Pada unit Industri Khusus berlokasi pada blok 2 dan Target Industri Besar berlokasi pada blok 3.

Setelah didapatkan besarnya nilai pemakaian dari masing-masing domestik dan non-domestik, langkah selanjutnya yaitu menambahkan besarnya nilai kebocoran pada pipa yakni sebesar 25% (Kebocoran pada tahun 2017).

- Jumlah pemakaian air total blok 1 = Pemakaian air domestik + Pemakaian air non domestik = 6,58 liter/detik
- Total kebutuhan air = Pemakaian air + Kebocoran

$$= 6,58 + (25\% \times 6,58)$$

$$= 8,77 \text{ liter/detik.}$$

Perhitungan untuk blok-blok lainnya dilakukan seperti perhitungan blok 1 diatas. Sehingga didapatkan total nilai kebutuhan air oleh seluruh blok pada tahun 2016 (eksisting) seperti yang disajikan pada Tabel 5.17 berikut.

Tabel 5.17 Total kebutuhan air pada jam rata-rata Kota Proboliggo tahun 2016

2016 (liter/detik)					
Blok 1	8,78	Blok 16	5,37	Blok 31	0,29
Blok 2	13,22	Blok 17	7,70	Blok 32	0,29
Blok 3	2,12	Blok 18	8,81	Blok 33	0,44
Blok 4	12,43	Blok 19	13,72	Blok 34	0,74
Blok 5	10,49	Blok 20	13,61	Blok 35	1,48
Blok 6	4,22	Blok 21	2,57	Blok 36	11,69
Blok 7	6,33	Blok 22	6,61	Blok 37	5,27
Blok 8	10,92	Blok 23	2,31	Blok 38	2,16
Blok 9	12,42	Blok 24	0,57	Blok 39	0,36
Blok 10	13,74	Blok 25	1,15	Blok 40	9,66
Blok 11	18,73	Blok 26	1,64	Blok 41	1,19
Blok 12	11,04	Blok 27	0,50	Blok 42	0,59
Blok 13	9,33	Blok 28	0,50	Blok 43	0,59
Blok 14	6,66	Blok 29	2,97	Blok 44	0,44
Blok 15	5,67	Blok 30	0,99	Blok 45	3,00
Jumlah					253,31

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada praktiknya sistem pemenuhan air pada jam-jam tertentu tidak hanya berasal dari satu pemompaan pusat sumber air Ronggojalu, melainkan adanya pemompaan bantuan dari 3 titik yang berbeda. Pemompaan ini dilakukan pada saat-saat tertentu. Berdasarkan informasi pihak PDAM penggunaan pompa bantuan dilakukan disaat jam puncak yaitu 05.00 – 07.00 dan 15.00 – 17.00 dimana hasil ini sesuai dengan hasil survey yang telah dilakukan tentang jam-jam padat masyarakat melakukan aktivitas harian seperti mandi, mencuci, dan memasak (Lampiran A). Berdasarkan hal tersebut, maka sistem pengaliran pada Kota Probolinggo dibedakan menjadi 2 yaitu pengaliran pada saat jam biasa (rata-rata) dan pengaliran pada saat jam puncak.

Besarnya faktor puncak dihitung berdasarkan hasil survey dan sistem pengoperasian eksisting. Berdasarkan rekap hasil survey (Lampiran A) didapatkan besarnya jam puncak sebagai berikut:

Tabel 5.18 Faktor Jam Puncak Hasil Survey

Kegiatan	Faktor
Masak	
tertinggi	81
rata-rata	17,92
faktor	4,52
Mandi	
Tertinggi	90
rata-rata	21,83
Faktor	4,12
Cuci	
Tertinggi	50
rata-rata	11,92
Faktor	4,20
<b>rata-rata</b>	<b>4,28</b>

Sumber: Hasil Perhitungan



Sedangkan besarnya faktor puncak berdasarkan pengoperasian eksisting didapatkan dengan membandingkan jumlah debit air tambahan yang disuplai oleh 3 titik pompa pembantu terhadap debit pada jam rata-rata.

- Debit jam rata-rata Tahun 2016 (eksisting)  
= 253,31 liter/detik
- Debit bantuan  
= 65 liter/detik + 60 liter/detik + 60 liter/detik  
= 185 liter/detik
- faktor jam puncak  
=  $(253,31 + 185) / 253,31$   
= 1,7303

Dari perbedaan hasil perhitungan jam puncak ini, selanjutnya dipilih besaran yang sesuai dengan teori. Berdasar pada pedoman/petunjuk teknik dan manual SPAM kota, besaran faktor jam puncak berkisar pada rentang 1,5 – 2,0 (Subbab 3.3). Oleh karenanya pada perencanaan ini digunakan faktor jam puncak sesuai dengan sistem pemompaan yang dilakukan di lapangan sebesar 1,7303.

Jika diperhatikan lebih jauh, besaran faktor jam puncak hasil Kuisioner *Real Demand Survey* (RDS) sebesar 4,28 terpaut jauh dengan besaran faktor jam puncak berdasarkan pada pedoman/petunjuk Teknik dan manual SPAM Kota. Hal ini diperkirakan karena ada beberapa kekurangan yang terjadi pada proses pengambilan sampel. Diantaranya adalah kurangnya jumlah sampel yang diuji dengan jumlah populasi yang diteliti sehingga menimbulkan hasil yang tidak representatif terhadap kondisi populasi secara keseluruhan. Selanjutnya, dimungkinkan karena kurangnya pengetahuan responden terhadap apa yang dimaksud dengan *peak faktor* dan apa-apa saja yang mempengaruhinya. Hal ini menyebabkan hasil dari kuisioner menjadi bias dan tidak sesuai terhadap hasil yang dimaksudkan. Mempertimbangkan kekurangan-kekurangan yang terjadi selama proses pengambilan data, untuk mengantisipasi agar tidak terjadi kesalahan yang sama perlu ditambahkan jumlah responden (sampel) serta melakukan sosialisasi pendahuluan secara lengkap dan padat tentang keseluruhan isi kuesioner.

Perbedaan antara besaran faktor jam puncak hasil survey masyarakat terhadap faktor jam puncak yang digunakan pada perencanaan ini diperkirakan akan menyebabkan suplai air yang dilakukan oleh pihak PDAM terhadap pelanggan tidak dapat memenuhi permintaan pada saat jam-jam tertentu (jam beban puncak). Dengan kondisi demikian maka diperlukan tempat penampungan air (tandon air) pada tataran pelanggan (masing-masing sambungan rumah) dengan tujuan agar dapat menyimpan air pada jam-jam yang tidak memerlukan air dalam jumlah yang besar.

Dengan mengalikan debit rata-rata dan faktor jam puncak maka akan didapatkan debit pengaliran pada jam puncak. Berikut disajikan hasil perhitungan debit jam puncak pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Total kebutuhan air Kota Probolinggo pada jam puncak

2017 (liter/detik)									
Blok 1	15,19	Blok 11	32,41	Blok 21	4,45	Blok 31	0,51	Blok 41	2,06
Blok 2	22,87	Blok 12	19,10	Blok 22	11,44	Blok 32	0,51	Blok 42	1,03
Blok 3	3,68	Blok 13	16,14	Blok 23	4,00	Blok 33	0,77	Blok 43	1,03
Blok 4	21,50	Blok 14	11,53	Blok 24	0,99	Blok 34	1,28	Blok 44	0,76
Blok 5	18,15	Blok 15	9,81	Blok 25	1,98	Blok 35	2,55	Blok 45	5,20
Blok 6	7,30	Blok 16	9,29	Blok 26	2,83	Blok 36	20,22	Jumlah	438,31
Blok 7	10,95	Blok 17	13,32	Blok 27	0,86	Blok 37	9,11		
Blok 8	18,89	Blok 18	15,24	Blok 28	0,86	Blok 38	3,74		
Blok 9	21,50	Blok 19	23,74	Blok 29	5,13	Blok 39	0,62		
Blok 10	23,78	Blok 20	23,55	Blok 30	1,71	Blok 40	16,71		

Sumber: Hasil Perhitungan

## 5.5 *Running* Jaringan Eksisting

Pengaliran air pada jaringan PDAM Kota Probolinggo terdapat 2 sistem yang berbeda, yakni sistem pengaliran pada jam rata-rata dan pengaliran pada jam beban puncak. Sistem pengaliran pada jam rata-rata, suplai air sepenuhnya dilakukan oleh pemompaan dari rumah pompa Ronggojalu. Sedangkan sistem pengaliran pada jam beban puncak, selain suplai air dari rumah pompa Ronggojalu pemompaan dibantu oleh 3 rumah pompa pembantu (Wonoasih, Mayangan, dan Randupangger).

*Running* model perpipaan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi pipa eksisting dalam hal pengoperasian untuk pemenuhan kebutuhan air masyarakat, baik pada jam rata-rata maupun jam puncak. Sehingga perlu dilakukan analisis pada kedua sistem yang berbeda ini.

### 5.5.1 Pembuatan Model Jaringan Eksisting

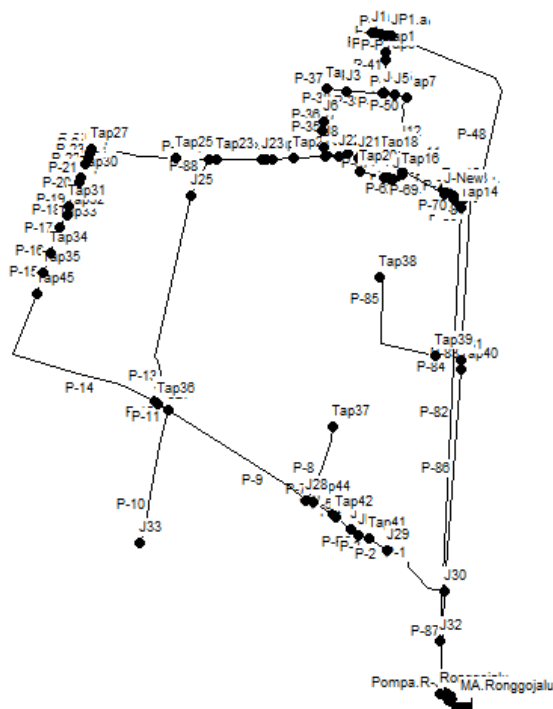
Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, model jaringan diperlukan dalam analisis jaringan pipa yang dibuat semirip mungkin dengan kondisi asli di lapangan mulai dari segi panjang pipa, diameter pipa, spesifikasi pompa dan besaran-besaran fisik lainnya. Posisi maupun percabangan pipa juga dibuat sama persis dengan kondisi yang ada. Agar didapatkan hasil *running* yang karakteristik pengalirannya mendekati karakteristik pengaliran asli di lapangan.

Pengerjaan permodelan ini akan menggunakan bantuan program EPANET 2.0. Berikut langkah-langkah dalam membuat model jaringan pipa Kota Probolinggo

1. Membuat Jaringan Induk  
Membuat loop jaringan pipa distribusi dengan memasang node, reservoir/pompa, dan pipa atau aksesoris lain yang diperlukan pada peta dengan menggunakan Toolbars Map yang tersedia dalam program Epanet. Klik Toolbar Reservoir dan letakkan pada gambar rencana. Klik Toolbar Node/Juction dan letakkan pada gambar rencana. Klik Toolbar Link/Pipa dan hubungkan antar junction. Selanjutnya klik toolbar

pump untuk memasukkan pompa dan hubungkan antar reservoir dan junction. Setelah semuanya tergambar kemudian berikan label/nama pada masing-masing node, reservoir, pipa, ataupun pompa.

Perbedaan pada pembuatan Jaringan Pipa Induk antara jam puncak dan jam rata-rata yaitu pada jaringan pipa jam rata-rata kondisi pompa pada rumah pompa pembantu (Mayangan, Wonoasih, dan Randupangger) dimatikan/*closed*.



Gambar 5.3 Model EPANET Jaringan Pipa Induk Kota Probolinggo

2. Memasukkan Data *Node* (*Junction/Tapping*/pergantian diameter pipa) berupa nilai Elevasi tanah dalam satuan meter dan *Base Demand* dalam liter/detik. Berikut data yang dimasukkan pada *junction* yang disajikan pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20 Data Elevasi dan Base Demand masing-masing Junction/Node

Node ID	m	LPS	Node ID	m	LPS
Junc J01	7	0	Junc Tap01	8	8,78
Junc J02	6	0	Junc Tap02	7	13,22
Junc J03	9	0	Junc Tap03	6	2,12
Junc J04	10	0	Junc Tap04	6	12,43
Junc J05	10	0	Junc Tap05	10	10,49
Junc J06	11	0	Junc Tap06	8	4,22
Junc J07	11	0	Junc Tap07	12	6,33
Junc J08	12	0	Junc Tap08	9	10,92
Junc J09	13	0	Junc Tap09	13	12,42
Junc J10	13	0	Junc Tap10	15	13,74
Junc J11	15	0	Junc Tap11	14	18,73
Junc J12	13	0	Junc Tap12	14	11,04
Junc J13	15	0	Junc Tap13	15	9,33
Junc J14	16	0	Junc Tap14	14	6,66
Junc J15	15	0	Junc Tap15	15	5,77
Junc J16	15	0	Junc Tap16	15	5,37
Junc J17	15	0	Junc Tap17	17	7,7
Junc J18	15	0	Junc Tap18	17	8,81
Junc J19	15	0	Junc Tap19	16	13,72
Junc J20	15	0	Junc Tap20	14	13,61
Junc J21	15	0	Junc Tap21	12	2,57
Junc J22	12	0	Junc Tap22	9	6,61
Junc J23	8	0	Junc Tap23	9	2,31

Lanjutan Tabel 5.20 Data Elevasi dan Base Demand masing-masing Junction/Node

Node ID	m	LPS	Node ID	m	LPS
Junc J24	12	0	Junc Tap24	9	0,57
Junc J25	13	0	Junc Tap25	10	1,15
Junc J26	37	0	Junc Tap26	11	1,48
Junc J27	37	0	Junc Tap27	11	0,5
Junc J28	40	0	Junc Tap28	11	0,5
Junc J29	38	0	Junc Tap29	13	2,97
Junc J30	36	0	Junc Tap30	13	0,99
Junc J31	0	0	Junc Tap31	15	0,29
Junc J32	38	0	Junc Tap32	15	0,29
Junc J33	45	0	Junc Tap33	18	0,44
Junc J34	15	0	Junc Tap34	20	0,74
Junc JP1.a	5	0	Junc Tap35	25	1,48
Junc JP1.b	5	0	Junc Tap36	37	11,69
Junc JP2.a	15	0	Junc Tap37	33	5,27
Junc JP2.b	15	0	Junc Tap38	22	2,16
Junc JP3.a	39	0	Junc Tap39	23	0,36
Junc JP3.b	39	0	Junc Tap40	23	9,66
Junc Ronggojalu	0	0	Junc Tap41	38	1,19
			Junc Tap42	38	0,59
			Junc Tap43	38	0,59
			Junc Tap44	39	0,44
			Junc Tap45	25	3

Sumber: Pengamatan Satelit dan Hasil Perhitungan

- Memasukkan data pipa yang terdiri dari panjang pipa dalam meter, diameter pipa dalam millimeter, dan nilai kekasaran pipa. Nilai kekasaran pipa bergantung pada bahan penyusun pipa tersebut yang dapat dilihat pada

Tabel 3.3. Pada permodelan kali ini nilai kekasaran untuk pipa baja seharusnya sebesar 120, namun karena faktor usia pipa (ditanam tahun 1978) nilai kekasaran yang digunakan sebesar 110 (asumsi semakin tua usia pipa unit headloss yang diberikan semakin besar yang sesuai dengan persamaan (11)). Berikut data panjang, diameter, dan nilai kekasaran dari masing-masing pipa yang disajikan pada Tabel 5.21.

Tabel 5.21 Panjang. Diameter. dan Nilai kekasaran masing-masing pipa

Link ID	m	mm	roughness	Link ID	m	mm	roughness
P-01	1475	254	120	P-46	27	152,4	120
P-02	316	152,4	120	P-47	89	152,4	120
P-03	252	152,4	120	P-48	3958	152,4	120
P-04	84	152,4	120	P-49	142	152,4	120
P-05	10	152,4	120	P-50	173	203,2	120
P-06	364	152,4	120	P-51	791	203,2	110
P-07	81	152,4	120	P-52	276	304,8	110
P-08	1194	152,4	120	P-53	206	203,2	110
P-09	2568	152,4	120	P-54	140	203,2	110
P-10	2079	152,4	120	P-55	170	203,2	110
P-11	207	152,4	120	P-56	262	152,4	110
P-12	21	152,4	120	P-57	335	152,4	110
P-13	3270	152,4	120	P-58	210	254	110
P-14	3231	152,4	120	P-59	348	304,8	110
P-15	374	152,4	120	P-60	555	355,6	110
P-16	317	152,5	120	P-61	5	152,4	110
P-17	430	152,4	120	P-62	263	152,4	110
P-18	238	152,4	120	P-63	20	127	110
P-19	78	152,4	120	P-64	10	127	110
P-20	536	152,4	120	P-65	71	127	110



Lanjutan Tabel 5.21 Panjang, Diameter, dan Nilai kekasaran masing-masing pipa

Link ID	m	mm	roughness	Link ID	m	mm	roughness
P-21	65	152,4	120	P-66	193	203,2	120
P-22	117	152,4	120	P-67	348	127	110
P-23	145	203,2	120	P-68	27	203,2	120
P-24	10	203,2	120	P-69	870	355,6	110
P-25	79	203,2	120	P-70	269	457,2	110
P-26	1333	203,2	120	P-71	118	203,2	110
P-27	517	203,2	120	P-72	690	203,2	110
P-28	139	154,2	120	P-73	304	203,2	110
P-29	729	203,2	110	P-74	2	203,2	110
P-30	44	254	110	P-75	15	203,2	110
P-31	67	254	110	P-76	5	457,2	110
P-32	334	254	110	P-79	50	203,2	110
P-33	466	254	110	P-80	115	203,2	110
P-34	134	152,4	110	P-81	2484	457,2	110
P-35	254	127	110	P-82	6680	203,2	110
P-36	140	101,6	110	P-83	132	457,2	110
P-37	521	152,4	110	P-84	334	152,4	120
P-38	321	152,4	120	P-85	1846	152,4	120
P-39	554	203,2	120	P-86	3439	457,2	110
P-40	23	203,2	120	P-87	5530	457,2	110
P-41	515	127	110	P-88	485	152,4	120
P-42	114	127	110	P-P1	10	152,4	120
P-43	275	127	110	P-P2	10	457,2	110
P-44	67	152,4	120	P-P3	10	152,4	120
P-45	115	152,4	120				

Sumber: PDAM Kota Probolinggo

4. Memasukkan data Reservoir dan pompa. Pada reservoir properties yang perlu diisi adalah elevasi muka air pada reservoir, sedangkan pada pompa yang perlu diisi adalah head pompa (meter) dan kapasitas pemompaan (L/s). Berikut data-data yang dimasukkan untuk reservoir dan pompa yang disajikan pada Tabel 5.22.

Tabel 5.22 Data Reservoir dan Pompa Jaringan Eksisting

Reservoir		Pompa		
Resvr ID	Elevasi (m)	Pompa ID	Head (m)	Kapasitas (L/s)
R-Ronggojalu	42	Pompa Ronggojalu	50	253,31
R-Mayangan	5	Pompa Mayangan	45	65
R-Randu-pangger	15	Pompa Randupangger	45	60
R-Wonoasih	39	Pompa Wonoasih	45	60

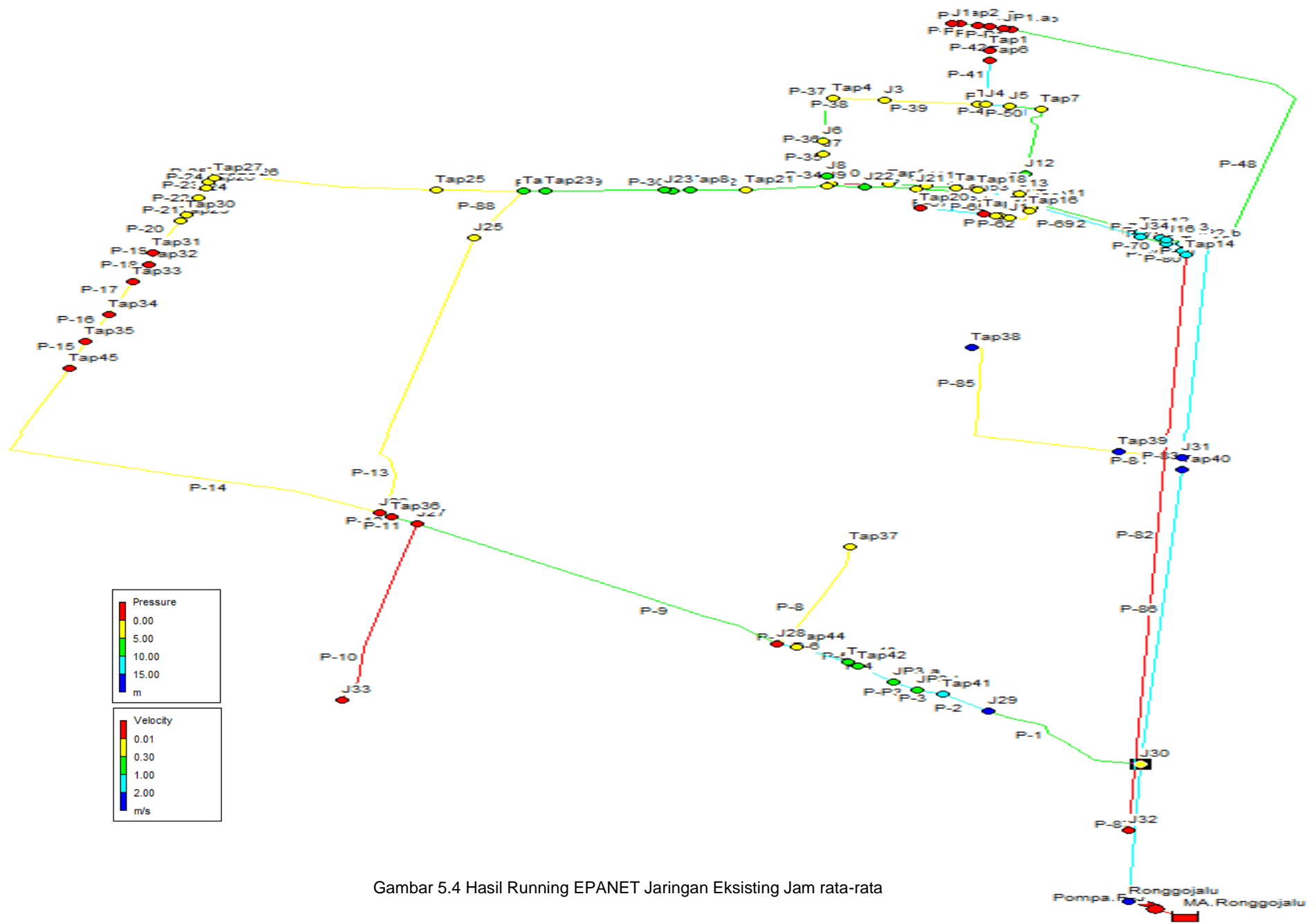
Sumber: PDAM Kota Probolinggo dan Hasil Perhitungan

### 5.5.2 Hasil dan Analisis *Running* Jaringan Eksisting

Setelah semua data selesai dimasukkan dan telah dipastikan juga bahwa tidak terjadi kesalahan input data, langkah selanjutnya yaitu melakukan running EPANET. Dengan menekan tombol “run” maka program secara otomatis akan melakukan simulasi pengaliran selama 24 jam.

#### a. *Running* Jam Rata-rata

Pada pegoperasian jam rata-rata, suplai air didapatkan dari pemompaan langsung mata air Ronggojalu dan tanpa adanya operasional pompa pembantu. Didapatkan hasil *Running* EPANET seperti yang akan disajikan pada Gambar 5.4. Agar lebih memahami informasi detail hasil *running* jaringan eksisting pada jam rata-rata, berikut juga disampaikan informasi mengenai kondisi detail pada junction dan pipa yang tersaji pada pada Tabel 5.23 dan Tabel 5.24 berikut ini.



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

Tabel 5.23 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Rata-rata

Node ID	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	LPS	m	m
J01	7	0	0	1,33	-5,67
J02	6	0	0	2,3	-3,7
J03	9	0	0	10,04	1,04
J04	10	0	0	10,08	0,08
J05	10	0	0	12,43	2,43
J06	11	0	0	11,81	0,81
J07	11	0	0	15,34	4,34
J08	12	0	0	17,51	5,51
J09	13	0	0	17,98	4,98
J10	13	0	0	15,16	2,16
J11	15	0	0	16,47	1,47
J12	13	0	0	18,8	5,8
J13	15	0	0	19,08	4,08
J14	16	0	0	19,72	3,72
J15	15	0	0	23,29	8,29
J16	15	0	0	27	12
J17	15	0	0	27,28	12,28
J18	15	0	0	17,93	2,93
J19	15	0	0	17,88	2,88
J20	15	0	0	17,6	2,6
J21	15	0	0	19,31	4,31

Lanjutan Tabel 5.23 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Rata-rata

Node ID	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	LPS	m	m
J22	12	0	0	18,77	6,77
J23	8	0	0	16,25	8,25
J24	12	0	0	14,21	2,21
J25	13	0	0	15,37	2,37
J26	37	0	0	15,77	-21,23
J27	37	0	0	17,5	-19,5
J28	40	0	0	38,59	-1,41
J29	38	0	0	55,23	17,23
J30	36	0	0	57,25	21,25
J31	0	0	0	38,91	38,91
J32	38	0	0	27,18	-10,82
J33	45	0	0	17,5	-27,5
J34	15	0	0	26,65	11,65
JP1.a	5	0	0	2,84	-2,16
JP1.b	5	0	0	2,9	-2,1
JP2.a	15	0	0	27,31	12,31
JP2.b	15	0	0	27,35	12,35
JP3.a	39	0	0	46,08	7,08
JP3.b	39	0	0	46,23	7,23
Ronggojalu	0	0	0	92,01	92,01
Tap01	8	8,78	8,78	2,3	-5,7
Tap02	7	13,22	13,22	1,33	-5,67
Tap03	6	2,12	2,12	1,88	-4,12
Tap04	6	12,43	12,43	9,98	3,98

Lanjutan Tabel 5.23 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Rata-rata

Node ID	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
	M	LPS	LPS	m	m
Tap05	10	10,49	10,49	10,06	0,06
Tap06	8	4,22	4,22	3,06	-4,94
Tap07	12	6,33	6,33	13,13	1,13
Tap08	9	10,92	10,92	16,31	7,31
Tap09	13	12,42	12,42	15,16	2,16
Tap10	15	13,74	13,74	16,68	1,68
Tap11	14	18,73	18,73	23,29	9,29
Tap12	14	11,04	11,04	25,1	11,1
Tap13	15	9,33	9,33	26,98	11,98
Tap14	14	6,66	6,66	27,18	13,18
Tap15	15	5,77	5,77	27,22	12,22
Tap16	15	5,37	5,37	17,6	2,6
Tap17	17	7,7	7,7	17,1	0,1
Tap18	17	8,81	8,81	17,36	0,36
Tap19	16	13,72	13,72	13,4	-2,6
Tap20	14	13,61	13,61	8,41	-5,59
Tap21	12	2,57	2,57	16,94	4,94
Tap22	9	6,61	6,61	16,26	7,26
Tap23	9	2,31	2,31	15,58	6,58
Tap24	9	0,57	0,57	15,31	6,31
Tap25	10	1,15	1,15	14,97	4,97
Tap26	11	1,48	1,48	14,25	3,25
Tap27	11	0,5	0,5	14,29	3,29
Tap28	11	0,5	0,5	14,25	3,25

Lanjutan Tabel 5.23 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Rata-rata

Node ID	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	LPS	m	m
Tap29	13	2,97	2,97	14,03	1,03
Tap30	13	0,99	0,99	14,08	1,08
Tap31	15	0,29	0,29	13,95	-1,05
Tap32	15	0,29	0,29	13,94	-1,06
Tap33	18	0,44	0,44	13,92	-4,08
Tap34	20	0,74	0,74	13,91	-6,09
Tap35	25	1,48	1,48	13,9	-11,1
Tap36	37	11,69	11,69	15,8	-21,2
Tap37	33	5,27	5,27	37,55	4,55
Tap38	22	2,16	2,16	38,53	16,53
Tap39	23	0,36	0,36	38,83	15,83
Tap40	23	9,66	9,66	39,53	16,53
Tap41	38	1,19	1,19	50,03	12,03
Tap42	38	0,59	0,59	44,82	6,82
Tap43	38	0,59	0,59	44,67	6,67
Tap44	39	0,44	0,44	39,66	0,66
Tap45	25	3	3	13,93	-11,07
Resvr MA.Ronggojalu	42	#N/A	- 253,25	42	0
Keterangan		Pressure negatif		Pressure dibawah 10 m	

Sumber: Running EPANET



Tabel 5.24 Detail Pipa-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Rata-rata

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow	Velocity
				LPS	m/s
P-01	1475	254	120	-25,83	0,51
P-02	316	152,4	120	-25,83	1,42
P-03	252	152,4	120	-24,64	1,35
P-04	84	152,4	120	24,64	1,35
P-05	10	152,4	120	24,05	1,32
P-07	81	152,4	120	23,02	1,26
P-08	1194	152,4	120	5,27	0,29
P-09	2568	152,4	120	-17,75	0,97
P-10	2079	152,4	120	0	0
P-11	207	152,4	120	-17,75	0,97
P-12	21	152,4	120	-6,06	0,33
P-13	3270	152,4	120	-1,84	0,1
P-14	3231	152,4	120	-4,21	0,23
P-15	374	152,4	120	-1,21	0,07
P-16	317	152,5	120	0,27	0,01
P-17	430	152,4	120	1,01	0,06
P-18	238	152,4	120	1,45	0,08
P-19	78	152,4	120	1,74	0,1
P-20	536	152,4	120	2,03	0,11
P-21	65	152,4	120	5	0,27
P-22	117	152,4	120	5,99	0,33
P-23	145	203,2	120	5,99	0,18
P-24	10	203,2	120	7,47	0,23
P-25	79	203,2	120	7,97	0,25
P-26	1333	203,2	120	8,47	0,26

Lanjutan Tabel 5.24 Detail Pipa-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Rata-rata

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow	Velocity
				LPS	m/s
P-27	517	203,2	120	9,62	0,3
P-28	139	154,2	120	8,34	0,45
P-29	729	203,2	110	10,65	0,33
P-30	44	254	110	10,65	0,21
P-31	67	254	110	17,26	0,34
P-32	334	254	110	28,18	0,56
P-33	466	254	110	30,75	0,61
P-34	134	152,4	110	10,27	0,56
P-35	254	127	110	10,27	0,81
P-36	140	101,6	110	-10,27	1,27
P-37	521	152,4	110	-10,27	0,56
P-38	321	152,4	120	-2,16	0,12
P-39	554	203,2	120	-2,16	0,07
P-40	23	203,2	120	-12,65	0,39
P-41	515	127	110	-13,24	1,05
P-42	114	127	110	-9,02	0,71
P-43	275	127	110	-0,24	0,02
P-44	67	152,4	120	-15,34	0,84
P-45	115	152,4	120	-13,22	0,72
P-46	27	152,4	120	0	0
P-47	89	152,4	120	-15,1	0,83
P-48	3958	152,4	120	15,1	0,83
P-49	142	152,4	120	-25,89	1,42
P-50	173	203,2	120	-25,89	0,8
P-51	791	203,2	110	32,22	0,99

Lanjutan Tabel 5.24 Detail Pipa-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Rata-rata

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow	Velocity
				LPS	m/s
P-52	276	304,8	110	32,22	0,44
P-53	206	203,2	110	34,97	1,08
P-54	140	203,2	110	26,16	0,81
P-55	170	203,2	110	12,42	0,38
P-56	262	152,4	110	12,42	0,68
P-57	335	152,4	110	0	0
P-58	210	254	110	41,03	0,81
P-59	348	304,8	110	41,03	0,56
P-6	364	152,4	120	23,46	1,29
P-60	555	355,6	110	41,03	0,41
P-61	5	152,4	110	0	0
P-62	263	152,4	110	5,37	0,29
P-63	20	127	110	5,37	0,42
P-64	10	127	110	35,03	2,77
P-65	71	127	110	27,33	2,16
P-66	193	203,2	120	40,4	1,25
P-67	348	127	110	13,61	1,07
P-68	27	203,2	120	67,19	2,07
P-69	870	355,6	110	-148,61	1,5
P-70	269	457,2	110	-148,61	0,91
P-71	118	203,2	110	0	0
P-72	690	203,2	110	-18,73	0,58
P-73	304	203,2	110	29,77	0,92

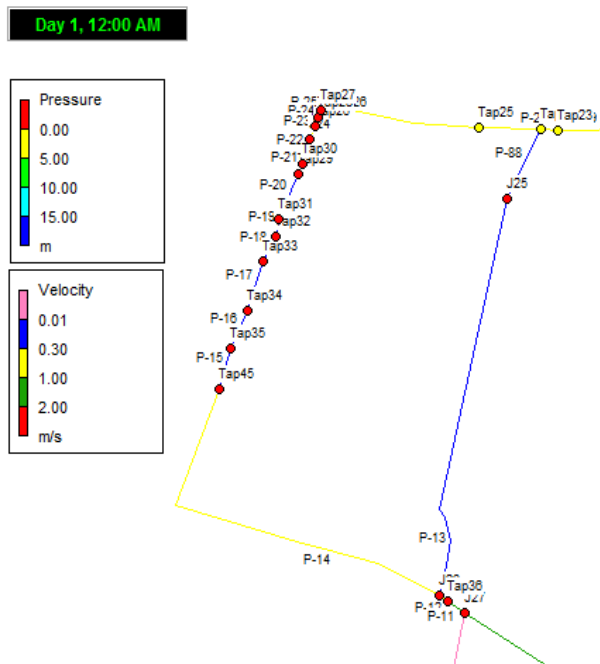
Lanjutan Tabel 5.24 Detail Pipa-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Rata-rata

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Rough- ness	Flow	Velocity
				LPS	m/s
P-74	2	203,2	110	39,1	1,21
P-75	15	203,2	110	54,2	1,67
P-76	5	457,2	110	215,2	1,31
P-79	50	203,2	110	12,43	0,38
P-80	115	203,2	110	6,66	0,21
P-81	2484	457,2	110	-215,2	1,31
P-82	6680	203,2	110	0	0
P-83	132	457,2	110	-217,7	1,33
P-84	334	152,4	120	-2,52	0,14
P-85	1846	152,4	120	-2,16	0,12
P-86	3439	457,2	110	-227,4	1,39
P-87	5530	457,2	110	-253,2	1,54
P-88	485	152,4	120	1,84	0,1
P-P1	10	152,4	120	-15,1	0,83
P-P2	10	457,2	110	215,2	1,31
P-P3	10	152,4	120	-24,64	1,35
Pump Pompa.RJ	#N/A	#N/A	#N/A	253,2 5	0
		Kecepatan pengaliran kurang dari 0.3 m/s			

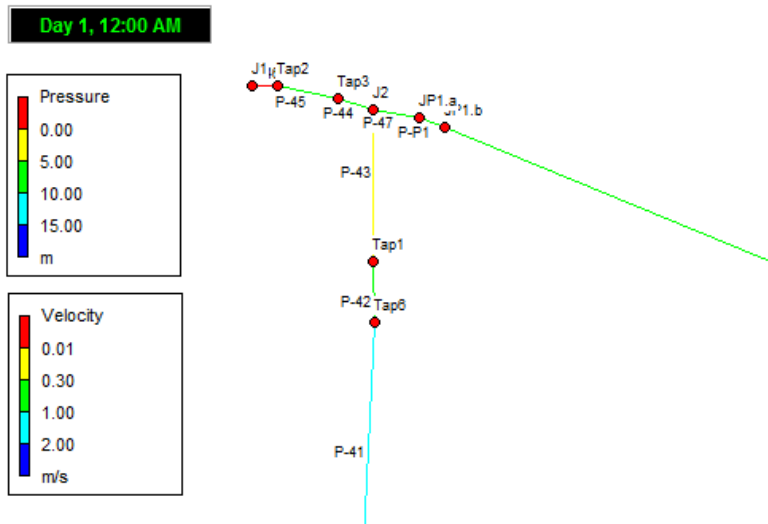
Sumber: Hasil Running Epanet

Setelah semua data dimasukkan dan telah diperiksa tidak ada kesalahan input yang terjadi, program EPANET menunjukkan bahwa model jaringan yang telah dibuat mengalami kegagalan dalam percobaannya. Dari Gambar 5.4 dan Tabel 5.23 menunjukkan ada 23 titik (*Tapping* dan *Junction*) memiliki tekanan bernilai negatif yaitu di sepanjang Jalan Sukapura Kecamatan Kademangan (*Tapping* untuk blok 31, 32, 33, 34, 35, 45), sekitaran

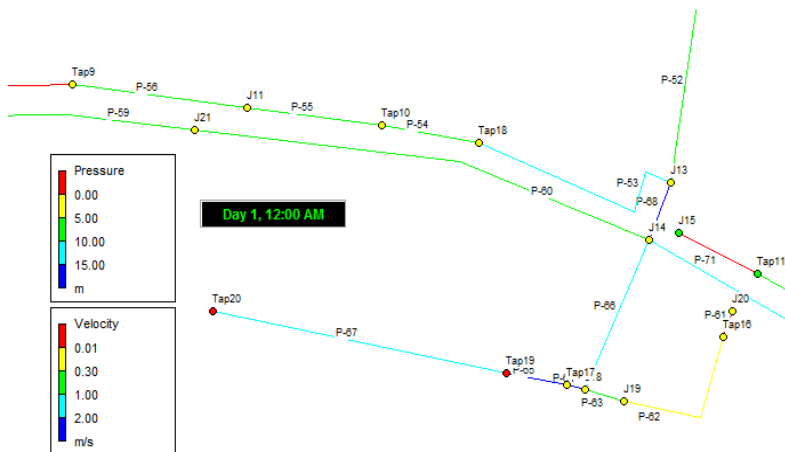
pertigaan Jalan Brantas dengan Jalan Prof. Dr. Hamka yang perbatasan kecamatan Kademangan dan Kedopok (Tapping blok 36, Junction 26 dan 27), kemudian di sepanjang Jalan Pahlawan Kecamatan Kanigaran (Tapping blok 19 dan 20), serta di sepanjang Jalan Ikan Belanak Mayangan (Tapping 1, 2, 3, 6, Junction 1, dan Junction 2). Berikut gambar kondisi detail dari masing-masing wilayah tersebut.



Gambar 5.5 Titik Tekanan Negatif Sepanjang Jalan Sukapura dan Pertigaan Jalan Brantas-Jalan Prof. Dr. Hamka, Kecamatan Kademangan.

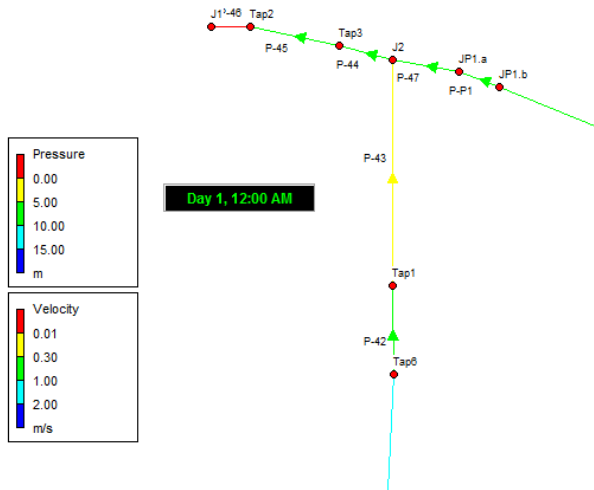


Gambar 5.6 Titik Tekanan Negatif Sekitaran Jalan Ikan Belanak, Kecamatan Mayangan.



Gambar 5.7 Titik Tekanan Negatif Sepanjang Jalan Pahlawan, Kanigaran.

Kekurangan tekanan pada titik ini terjadi akibat besarnya nilai *HeadLoss* atau kehilangan tekanan disepanjang pipa. Pada daerah Jalan Ikan Belanak misalnya. *Head* (tekanan) mulai menghilang disepanjang pipa P-41, P42, dst. Berikut ilustrasi arah aliran yang menyebabkan titik-titik disekitaran Jalan Ikan Belanak bernilai negatif.



Gambar 5.8 Arah Aliran Air dan Unit Headloss sepanjang Pipa sekitaran Jalan Ikan Belanak, Kelurahan Mayangan.

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa kehilangan tekanan sebelum menuju titik *Pressure* negatif (Tap 2 dan Tap 3) paling besar terjadi pada pipa P-41 (pipa berwarna biru) dengan nilai unit headloss sebesar 10 m/km pipa. Hal ini disebabkan diameter pipa yang terpasang secara matematis tidak mampu lagi menahan debit air yang melintasi pipa P-41.

Selain tekanan yang rendah (kurang dari 10 m dan bahkan bernilai negatif) terdapat pula pipa jaringan distribusi yang memiliki kecepatan pengaliran dibawah standar ( $< 0.3$  m/s). Jika terjadi kondisi yang demikian dikhawatirkan akan terjadi pengendapan-pengendapan material yang disebabkan kecepatan aliran yang terlalu rendah. Akibat adanya pengendapan pada permukaan

dalam pipa tentunya akan mengurangi luasan penampang yang akan dilewati air. Secara otomatis semakin berkurang luas penampang yang dilewati air maka nilai *headloss* / kehilangan tekanan pipa tersebut juga semakin meningkat. Sehingga akan menimbulkan titik-titik baru yang memiliki nilai dibawah 10 m (1 atm) atau bahkan bernilai negatif di masa yang akan datang.

Pada Gambar 5.4 dan Tabel 5.24 terdapat beberapa pipa yang memiliki kecepatan dibawah standar (pada gambar pipa berwarna kuning). Secara garis besar pipa-pipa ini berada disepanjang Jalan Sukapura, Kademangan dan pipa disekitaran alun-alun Kota Problinggo (Jalan Ahmad Yani). Pipa yang berada dijalan Ahmad Yani ini memiliki diameter pipa yang lebih besar jika melihat debit aliran yang melewatinya (diameter 203,2 mm, aliran air 2,16 l/s). Sama halnya dengan pipa yang berada di sepanjang Jalan Sukapura. Pada jalur pipa ini terjadi kecepatan dan debit aliran yang relatif rendah (diameter 152,4 mm dan debit aliran 1 l/s hingga 2 l/s).

Masalah tentang kecilnya aliran air yang terjadi ini bukan berarti diameter pipa yang ada secara ukuran melebihi diameter yang seharusnya dibutuhkan, karena apabila dilakukan pengecilan ukuran pipa akan menambah nilai *headloss* sepanjang pipa dan pada akhirnya akan membuat tekanan akhir yang berada pada titik tapping menjadi lebih rendah lagi (Gambar 5.5 menunjukkan pipa sepanjang jalan sukapura pada titik tapping blok nilai tekanan bernilai negatif). Namun kendala dalam kecepatan aliran kecil yang berlangsung pada saat jam rata-rata akan teratasi disaat pengoperasian pompa-pompa pembantu. Dimana pada waktu tersebut ada tambahan debit yang mengalir sehingga dengan ukuran penampang yang sama namun debit aliran yang bertambah maka kecepatan aliran dalam pipa juga ikut bertambah. Disisi lain timbul masalah baru pada saat pengoperasian jam puncak, yakni dengan bertambahnya debit aliran yang melewati pipa maka nilai *headloss* disepanjang pipa-pipa distribusi tersebut juga semakin meningkat walau pengoperasian pompa pembantu juga memberikan head tambahan. Pembahasan lebih jelasnya akan dilakukan pada bagian selanjutnya.



b. Hasil *Running* Jam Puncak

Operasional pada jam puncak mendapatkan bantuan pemompaan dari 3 titik pompa pembantu yaitu pada rumah pompa Wonoasih, rumah pompa Randupangger, dan rumah pompa Mayangan. Dengan demikian, dalam menjalankan program EPANET untuk simulasi pengairan pada jam beban puncak status pada pompa pembantu diubah dari *closed* menjadi *open* (dinyalakan). Berikut disajikan hasil *running* Epanet pada Gambar 5.9.

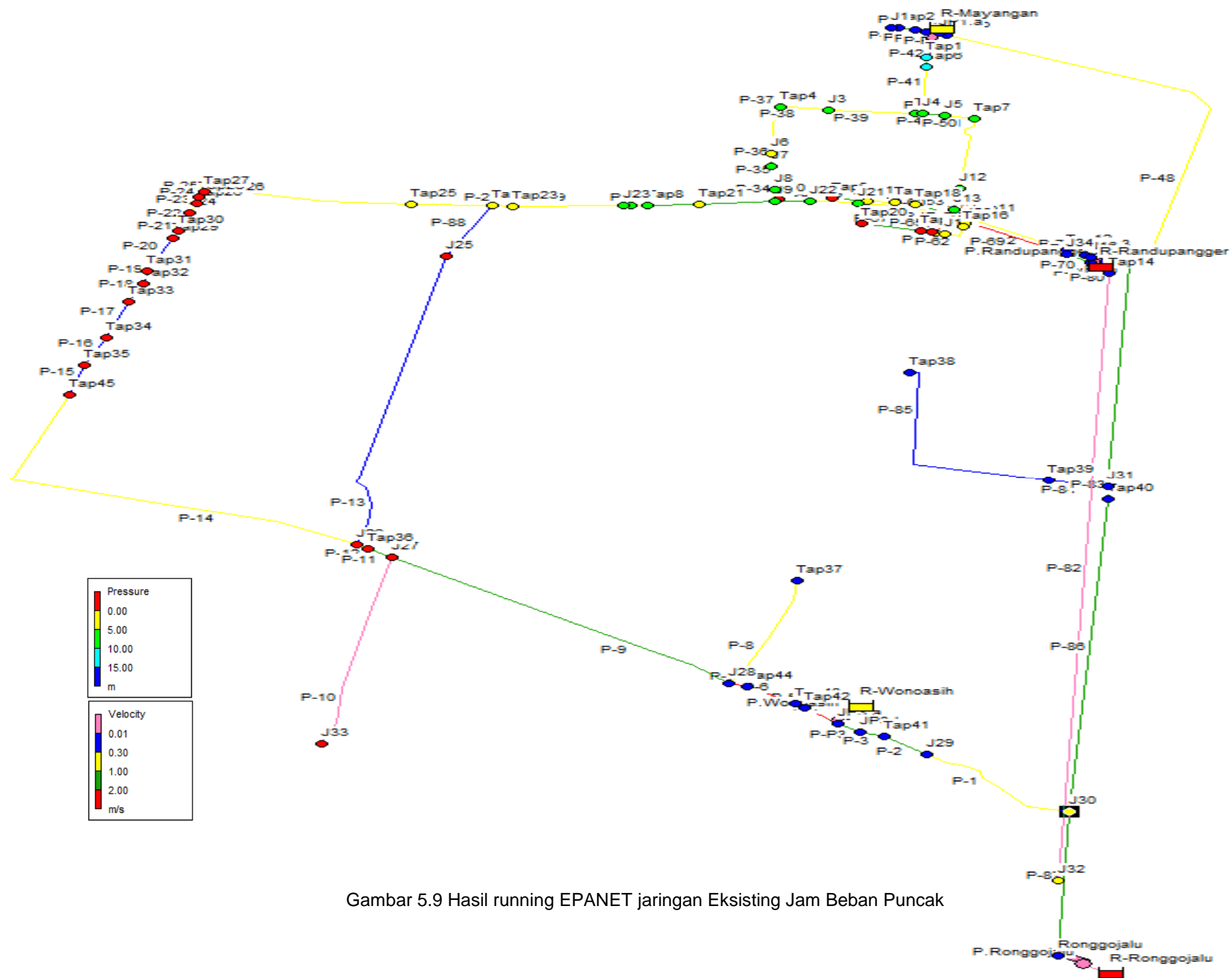
Agar lebih memahami tentang detail status dari *node/Junctiton* dan pipa dari hasil *running* jaringan pipa eksisting pada saat jam beban puncak. berikut disajikan pula hasil detailnya pada Tabel 5.25 dan Tabel 5.26 secara berturut-turut.

Tabel 5.25 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
J01	7	0	0	39,29	32,29
J02	6	0	0	41,94	35,94
J03	9	0	0	14,53	5,53
J04	10	0	0	15,22	5,22
J05	10	0	0	16,69	6,69
J06	11	0	0	14,69	3,69
J07	11	0	0	17,58	6,58
J08	12	0	0	19,34	7,34
J09	13	0	0	19,73	6,73
J10	13	0	0	11,96	-1,04
J11	15	0	0	15,54	0,54
J12	13	0	0	22,45	9,45
J13	15	0	0	22,7	7,7

Lanjutan Tabel 5.25 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
J14	16	0	0	23,84	7,84
J15	15	0	0	29,79	14,79
J16	15	0	0	39,98	24,98
J17	15	0	0	40,31	25,31
J18	15	0	0	18,93	3,93
J19	15	0	0	18,79	3,79
J20	15	0	0	18,03	3,03
J21	15	0	0	22,88	7,88
J22	12	0	0	21,6	9,6
J23	8	0	0	14,44	6,44
J24	12	0	0	7,75	-4,25
J25	13	0	0	11,01	-1,99
J26	37	0	0	11,11	-25,89
J27	37	0	0	15,05	-21,95
J28	40	0	0	63,49	23,49
J29	38	0	0	73,22	35,22
J30	36	0	0	71,59	35,59
J31	0	0	0	51,95	51,95
J32	38	0	0	40,02	2,02
J33	45	0	0	15,05	-29,95
J34	15	0	0	38,94	23,94
JP1.a	5	0	0	48,71	43,71
JP1.b	5	0	0	48,69	43,69
JP2.a	15	0	0	40,35	25,35
JP2.b	15	0	0	40,4	25,4



Gambar 5.9 Hasil running EPANET jaringan Eksisting Jam Beban Puncak

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

Lanjutan Tabel 5.25 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
JP3.a	39	0	0	81,51	42,51
JP3.b	39	0	0	81,36	42,36
Tap01	8	15,14	15,14	22,09	14,09
Tap02	7	22,79	22,79	39,29	32,29
Tap03	6	3,66	3,66	40,79	34,79
Tap04	6	21,43	21,43	13,21	7,21
Tap05	10	18,09	18,09	15,09	5,09
Tap06	8	7,28	7,28	19,51	11,51
Tap07	12	10,92	10,92	17,14	5,14
Tap08	9	18,89	18,89	14,66	5,66
Tap09	13	21,42	21,42	11,96	-1,04
Tap10	15	23,7	23,7	16,11	1,11
Tap11	14	32,3	32,3	29,79	15,79
Tap12	14	19,03	19,03	34,76	20,76
Tap13	15	16,09	16,09	39,93	24,93
Tap14	14	11,49	11,49	40,02	26,02
Tap15	15	9,95	9,95	40,14	25,14
Tap16	15	9,26	9,26	18,03	3,03
Tap17	17	13,27	13,27	16,66	-0,34
Tap18	17	15,19	15,19	17,99	0,99
Tap19	16	23,66	23,66	6,5	-9,5
Tap20	14	23,47	23,47	-7,19	-21,19
Tap21	12	4,44	4,44	16,59	4,59
Tap22	9	11,4	11,4	14,49	5,49
Tap23	9	4	4	12,02	3,02

Lanjutan Tabel 5.25 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
JP3.a	39	0	0	81,51	42,51
JP3.b	39	0	0	81,36	42,36
Tap01	8	15,14	15,14	22,09	14,09
Tap02	7	22,79	22,79	39,29	32,29
Tap03	6	3,66	3,66	40,79	34,79
Tap04	6	21,43	21,43	13,21	7,21
Tap05	10	18,09	18,09	15,09	5,09
Tap06	8	7,28	7,28	19,51	11,51
Tap07	12	10,92	10,92	17,14	5,14
Tap08	9	18,89	18,89	14,66	5,66
Tap09	13	21,42	21,42	11,96	-1,04
Tap10	15	23,7	23,7	16,11	1,11
Tap11	14	32,3	32,3	29,79	15,79
Tap12	14	19,03	19,03	34,76	20,76
Tap13	15	16,09	16,09	39,93	24,93
Tap14	14	11,49	11,49	40,02	26,02
Tap15	15	9,95	9,95	40,14	25,14
Tap16	15	9,26	9,26	18,03	3,03
Tap17	17	13,27	13,27	16,66	-0,34
Tap18	17	15,19	15,19	17,99	0,99
Tap19	16	23,66	23,66	6,5	-9,5
Tap20	14	23,47	23,47	-7,19	-21,19
Tap21	12	4,44	4,44	16,59	4,59
Tap22	9	11,4	11,4	14,49	5,49
Tap23	9	4	4	12,02	3,02

Lanjutan Tabel 5.25 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Tap24	9	0,99	0,99	10,99	1,99
Tap25	10	1,98	1,98	10,01	0,01
Tap26	11	2,56	2,56	7,87	-3,13
Tap27	11	0,86	0,86	7,99	-3,01
Tap28	11	0,86	0,86	7,88	-3,12
Tap29	13	5,12	5,12	7,2	-5,8
Tap30	13	1,7	1,7	7,36	-5,64
Tap31	15	0,51	0,51	6,91	-8,09
Tap32	15	0,51	0,51	6,88	-8,12
Tap33	18	0,77	0,77	6,8	-11,2
Tap34	20	1,27	1,27	6,72	-13,28
Tap35	25	2,55	2,55	6,71	-18,29
Tap36	37	20,22	20,22	11,15	-25,85
Tap37	33	9,08	9,08	60,65	27,65
Tap38	22	3,72	3,72	50,91	28,91
Tap39	23	0,62	0,62	51,75	28,75
Tap40	23	16,66	16,66	52,59	29,59
Tap41	38	2,05	2,05	77,43	39,43
Tap42	38	1,03	1,03	78,45	40,45
Tap43	38	1,03	1,03	78,1	40,1
Tap44	39	0,76	0,76	66,07	27,07
Tap45	25	5,18	5,18	6,74	-18,26

Lanjutan Tabel 5.25 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Resvr R-Mayangan	5	#N/A	-67,73	5	0
Resvr R-Randupanger	15	#N/A	-91,19	15	0
Resvr R-Ronggojalu	42	#N/A	-213,19	42	0
Resvr R-Wonoasih	39	#N/A	-64,79	39	0
Node-Ronggojalu	0	0	0	96,86	96,86
Keterangan				Tekanan bernial negatif	

Sumber: Hasil Running EPANET

Berikut juga akan disajikan kondisi detail dari pipa jaringan eksisting pada saat *running* debit jam beban puncak pada Tabel 5.26.

Tabel 5.26 Detail Link- Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm		LPS	m/s	m/km
P-01	1475	254	120	23,03	0,45	1,11
P-02	316	152.4	120	23,03	1,26	13,31
P-03	252	152.4	120	25,08	1,38	15,59
P-04	84	152.4	120	39,7	2,18	36,48
P-05	10	152.4	120	38,67	2,12	34,75
P-06	364	152.4	120	37,64	2,06	33,06



Lajutan Tabel 5.26 Detail Link-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm		LPS	m/s	m/km
P-07	81	152,4	120	36,88	2,02	31,83
P-08	1194	152,4	120	9,08	0,5	2,37
P-09	2568	152,4	120	-27,8	1,52	18,86
P-10	2079	152,4	120	0	0	0
P-11	207	152,4	120	-27,8	1,52	18,86
P-12	21	152,4	120	-7,58	0,42	1,7
P-13	3270	152,4	120	-0,88	0,05	0,03
P-14	3231	152,4	120	-6,7	0,37	1,35
P-15	374	152,4	120	-1,52	0,08	0,09
P-16	317	152,5	120	1,03	0,06	0,04
P-17	430	152,4	120	2,3	0,13	0,19
P-18	238	152,4	120	3,07	0,17	0,32
P-19	78	152,4	120	3,58	0,2	0,42
P-20	536	152,4	120	4,09	0,22	0,54
P-21	65	152,4	120	9,21	0,5	2,44
P-22	117	152,4	120	10,91	0,6	3,33
P-23	145	203,2	120	10,91	0,34	0,82
P-24	10	203,2	120	13,47	0,42	1,21
P-25	79	203,2	120	14,33	0,44	1,36
P-26	1333	203,2	120	15,19	0,47	1,52
P-27	517	203,2	120	17,17	0,53	1,9
P-28	139	154,2	120	17,28	0,93	7,38
P-29	729	203,2	110	21,28	0,66	3,32
P-30	44	254	110	21,28	0,42	1,12
P-31	67	254	110	32,68	0,64	2,48

Lajutan Tabel 5.26 Detail Link-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting  
Jam Beban Puncak

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm		LPS	m/s	m/km
P-32	334	254	110	51,57	1,02	5,78
P-33	466	254	110	56,01	1,11	6,73
P-34	134	152,4	110	9,2	0,5	2,86
P-35	254	127	110	9,2	0,73	6,95
P-36	140	101,6	110	-9,2	1,13	20,6
P-37	521	152,4	110	-9,2	0,5	2,86
P-38	321	152,4	120	-12,23	0,67	4,12
P-39	554	203,2	120	-12,23	0,38	1,01
P-40	23	203,2	120	-30,32	0,93	5,45
P-41	515	127	110	10,15	0,8	8,33
P-42	114	127	110	17,43	1,38	22,68
P-43	275	127	110	32,57	2,57	72,19
P-44	67	152,4	120	-26,45	1,45	17,19
P-45	115	152,4	120	-22,79	1,25	13,05
P-46	27	152,4	120	0	0	0
P-47	89	152,4	120	-59,02	3,24	76,03
P-48	3958	152,4	120	-8,71	0,48	2,2
P-49	142	152,4	120	-20,17	1,11	10,41
P-50	173	203,2	120	-20,17	0,62	2,56
P-51	791	203,2	110	31,09	0,96	6,71
P-52	276	304,8	110	31,09	0,43	0,93
P-53	206	203,2	110	60,31	1,86	22,9
P-54	140	203,2	110	45,12	1,39	13,38
P-55	170	203,2	110	21,42	0,66	3,37
P-56	262	152,4	110	21,42	1,17	13,67

Lajutan Tabel 5.26 Detail Link-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting  
Jam Beban Puncak

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm		LPS	m/s	m/km
P-57	335	152,4	110	0	0	0
P-58	210	254	110	65,21	1,29	8,92
P-59	348	304,8	110	65,21	0,89	3,67
P-60	555	355,6	110	65,21	0,66	1,73
P-61	5	152,4	110	0	0	0
P-62	263	152,4	110	9,26	0,51	2,89
P-63	20	127	110	9,26	0,73	7,03
P-64	10	127	110	60,4	4,77	226,58
P-65	71	127	110	47,13	3,72	143,12
P-66	193	203,2	120	69,66	2,15	25,45
P-67	348	127	110	23,47	1,85	39,35
P-68	27	203,2	120	91,4	2,82	42,09
P-69	870	355,6	110	-226,27	2,28	17,35
P-70	269	457,2	110	-226,27	1,38	5,1
P-71	118	203,2	110	0	0	0
P-72	690	203,2	110	-32,3	1	7,2
P-73	304	203,2	110	51,33	1,58	16,99
P-74	2	203,2	110	67,42	2,08	28,14
P-75	15	203,2	110	58,71	1,81	21,78
P-76	5	457,2	110	306,41	1,87	8,95
P-79	50	203,2	110	21,44	0,66	3,37
P-80	115	203,2	110	11,49	0,35	1,06
P-81	2484	457,2	110	-215,22	1,31	4,65
P-82	6680	203,2	110	0	0	0
P-83	132	457,2	110	-219,56	1,34	4,83

Lajutan Tabel 5.26 Detail Link-Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting Jam Beban Puncak

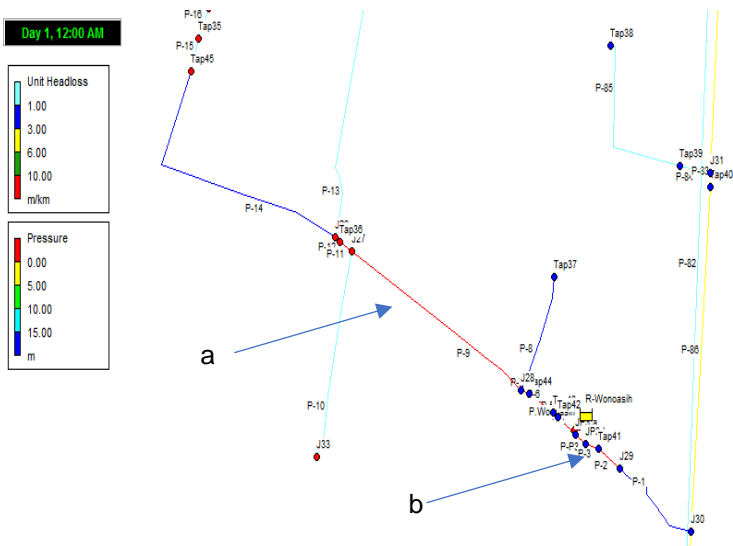
Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm		LPS	m/s	m/km
P-84	334	152,4	120	-4,34	0,24	0,6
P-85	1846	152,4	120	-3,72	0,2	0,45
P-86	3439	457,2	110	-236,22	1,44	5,53
P-87	5530	457,2	110	-213,19	1,3	4,57
P-88	485	152,4	120	0,88	0,05	0,03
P-P1	10	152,4	120	8,71	0,48	2,2
P-P2	10	457,2	110	215,22	1,31	4,65
P-P3	10	152,4	120	25,08	1,38	15,59
Pump P.Mayan- gan	#N/A	#N/A	#N/A	67,73	0	-43,71
Pump P.Randu pangger	#N/A	#N/A	#N/A	91,19	0	-25,35
Pump P.Rong- gojalu	#N/A	#N/A	#N/A	213,19	0	-54,86
Pump P.Wono- asih	#N/A	#N/A	#N/A	64,79	0	-42,51

Sumber: Hasil Running EPANET

Jika dibandingkan antara Gambar 5.4 dan Gambar 5.9, permasalahan-permasalahan yang terjadi sebelumnya (jam rata-rata) tidak sepenuhnya teratasi dengan pengoperasian 3 pompa pembantu. Kekurangan tekanan pada *tapping* blok 2 dan blok 3 (Jalan Ikan Belanak, Mayangan) memang teratasi, namun kekurangan tekanan di titik-titik *tapping* sepanjang Jalan sukapura belum teratasi dan bahkan menjadi lebih rendah nilai tekanannya. Tapping Blok 31 misalnya, di titik tersebut pada saat pengoperasian jam rata-rata memiliki nilai tekanan -1,05 m namun

pada saat pengoperasian jam beban puncak nilai tekanan semakin menurun menjadi -8,09 m.

Pada pembahasan sebelumnya juga ditemukan bahwa kecepatan aliran dalam pipa dikawasan sepanjang Jalan Sukapura relatif kecil berkisar antara 0,01 m/s hingga 0,27 m/s (Lihat P-15 sampai dengan P-25 pada Tabel 5.24). Namun pada saat pengoperasian pompa pembantu hal ini pun tidak terselesaikan sepenuhnya. Pada Tabel 5.26 didapatkan besar nilai kecepatan aliran pada pipa-pipa tersebut berkisar antara 0,08 m/s hingga 0,44 m/s. Kondisi yang seperti ini mengindikasikan jika sumber permasalahan yang menyebabkan tekanan dan kecepatan aliran rendah bukan dari dimensi pipa sepanjang Jalan Sukapura yang terlalu besar namun diperkirakan terjadi kehilangan tekanan yang cukup besar pada jalur-jalur pipa yang mengarah ke Jalan Sukapura, misalnya jalur pipa di sepanjang jalan Prof. Dr. Hamka dan Jalan Ir. Sutami. Seperti yang digambarkan pada Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10 Detail Unit Headloss pada Jalur Pipa sepanjang Jalan Prof. Dr Hamka (a) dan Jalan Ir. Sutami (b)

## **5.6 Rencana Pengembangan**

Seiring dengan berkembangnya zaman, secara kualitas dan kuantitas kebutuhan air bersih suatu kota akan terus meningkat. Sama halnya dengan perkembangan yang ada di Kota Probolinggo, pertumbuhan jumlah penduduk juga mempengaruhi besarnya kebutuhan akan air bersih dari waktu ke waktu.

Pada perencanaan kali ini, pengerjaan dalam tahapan pengembangan disesuaikan dengan kebijakan-rencana yang telah ada sebelumnya. Menurut rencana pengembangan daerah pelayanan air minum oleh BAPPEDA hingga tahun 2028 nanti, target wilayah pengembangan difokuskan di daerah Kota Probolinggo bagian selatan (Kecamatan Wonoasih dan Kecamatan Kedopok) serta daerah Probolinggo bagian barat daya (Kecamatan Kademangan yang berbatasan langsung dengan kabupaten Probolinggo). Gambaran tentang targetan pengembangan wilayah pelayanan air minum dapat dilihat pada Gambar 5.11.

Dengan memperhatikan rencana pengembangan pada Gambar 5.11 kemudian direncanakan pengembangan blok-blok pelayanan yang akan dilakukan pada 10 tahun kedepan. Gambaran tentang rencana pengembangan blok ini dapat dilihat pada Gambar 5.12.

### **5.6.1 Persentase Pelayanan Tahap Pengembangan**

Penentuan besarnya persentase pelayanan pada tahap pengembangan didasarkan pada hasil survey yang telah dilakukan sebelumnya. Survey ditujukan kepada masyarakat Kota Probolinggo yang belum terlayani air minum PDAM. Survey ini bertujuan untuk mengetahui tentang kesediaan masyarakat dalam memasang pipa sambungan rumah serta kesediaan dalam membayar tagihan air setiap bulannya. Dari 4 Kecamatan yang disurvei (Kecamatan Kademangan, Wonoasih, Kedopok, dan Kanigaran) terdapat 120 responden dengan rincian 30 responden dari masing-masing kecamatan atau 5 responden dari masing-masing kelurahan dan didapatkan besarnya persentase pelayanan dari masing-masing kecamatan pada Tabel 5.27 berikut.

# KOTA PROBOLINGGO

Selat Madura

KABUPATEN PROBOLINGGO

KABUPATEN PROBOLINGGO

KABUPATEN PROBOLINGGO

KABUPATEN PROBOLINGGO

KABUPATEN PROBOLINGGO

DAFTAR WILAYAH ADMINISTRASI	
I. KECAMATAN MAYANGAN	
1. MAYANGAN	
2. MAYANGGARA	
3. MAYANG	
4. MAYANGGUNG	
5. MAYANGGUNG	
II. KECAMATAN KIDUL	
1. KIDUL	
2. KIDUL	
3. KIDUL	
4. KIDUL	
5. KIDUL	
6. KIDUL	
7. KIDUL	
8. KIDUL	
9. KIDUL	
10. KIDUL	
11. KIDUL	
12. KIDUL	
13. KIDUL	
14. KIDUL	
15. KIDUL	
16. KIDUL	
17. KIDUL	
18. KIDUL	
19. KIDUL	
20. KIDUL	
21. KIDUL	
22. KIDUL	
23. KIDUL	
24. KIDUL	
25. KIDUL	
26. KIDUL	
27. KIDUL	
28. KIDUL	
29. KIDUL	
30. KIDUL	
31. KIDUL	
32. KIDUL	
33. KIDUL	
34. KIDUL	
35. KIDUL	
36. KIDUL	
37. KIDUL	
38. KIDUL	
39. KIDUL	
40. KIDUL	
41. KIDUL	
42. KIDUL	
43. KIDUL	
44. KIDUL	
45. KIDUL	
46. KIDUL	
47. KIDUL	
48. KIDUL	
49. KIDUL	
50. KIDUL	
51. KIDUL	
52. KIDUL	
53. KIDUL	
54. KIDUL	
55. KIDUL	
56. KIDUL	
57. KIDUL	
58. KIDUL	
59. KIDUL	
60. KIDUL	
61. KIDUL	
62. KIDUL	
63. KIDUL	
64. KIDUL	
65. KIDUL	
66. KIDUL	
67. KIDUL	
68. KIDUL	
69. KIDUL	
70. KIDUL	
71. KIDUL	
72. KIDUL	
73. KIDUL	
74. KIDUL	
75. KIDUL	
76. KIDUL	
77. KIDUL	
78. KIDUL	
79. KIDUL	
80. KIDUL	
81. KIDUL	
82. KIDUL	
83. KIDUL	
84. KIDUL	
85. KIDUL	
86. KIDUL	
87. KIDUL	
88. KIDUL	
89. KIDUL	
90. KIDUL	
91. KIDUL	
92. KIDUL	
93. KIDUL	
94. KIDUL	
95. KIDUL	
96. KIDUL	
97. KIDUL	
98. KIDUL	
99. KIDUL	
100. KIDUL	



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

## Gambar 5.11 Rencana Wilayah Pengembangan Pelayanan Air Minum Kota Probolinggo

LEGENDA :

- BATAS KELURAHAN
- BATAS KECAMATAN
- BATAS KOTA
- JALAN PROTOKOL
- JALAN
- REL KERETA API
- REL LORI
- PIPA 1 DIM
- PIPA 1 1/2 DIM
- PIPA 2 DIM
- PIPA 2 1/2 DIM
- PIPA 3 DIM
- PIPA 4 DIM
- PIPA 5 DIM
- PIPA 6 DIM
- PIPA 8 DIM
- PIPA 10 DIM
- PIPA 12 DIM
- PIPA 14 DIM
- PIPA 18 DIM
- Mata Air Ronggojalu
- Reservoir
- Areal Pelayanan PDAM
- Areal Pelayanan Non PDAM
- Rencana Areal Pengembangan Pelayanan PDAM Tahap I (2007-2012)
- Rencana Areal Pengembangan Pelayanan PDAM Tahap II (2012-2017)
- Rencana Ground PPI (Tahap I)
- Rencana Ground Wonoasih (Tahap II)
- Rumah Pompa Ronggojalu
- Rumah Pompa Tandingan (Tahap I)

SUMBER : PEMERINTAH KOTA PROBOLINGGO

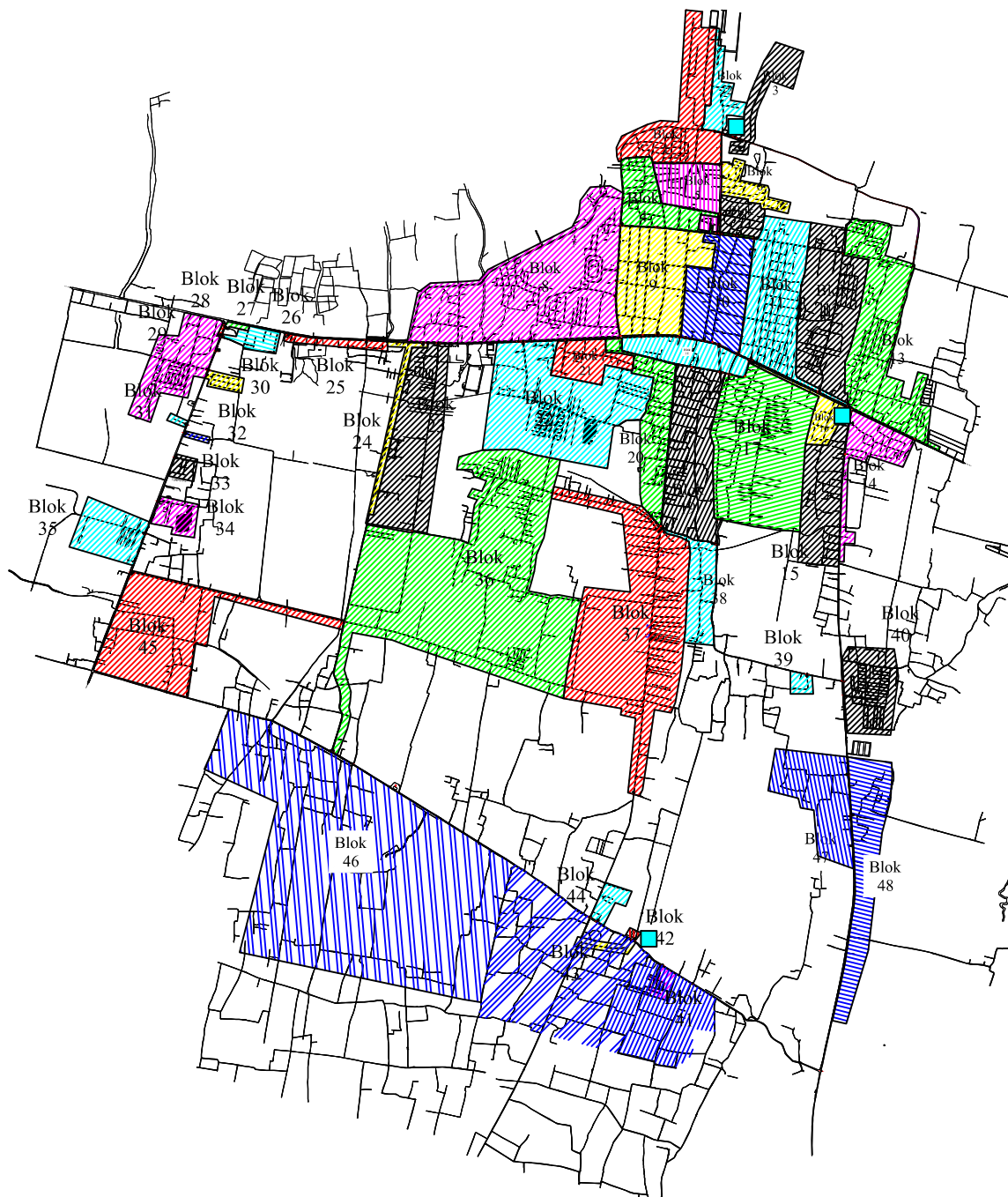


137

SKALA :







JURUSAN

**TEKNIK LINGKUNGAN**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Gambar 5.12 Rencana  
Pengembangan Blok-blok Pelayanan  
Air Minum Kota Probolinggo

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

- Rumah Pompa
- Jalan
- Blok Pelayanan
- Blok Baru

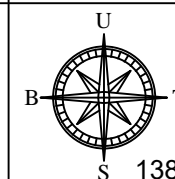
DRAFTER

Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

SKALA

1 : 60.000

MATA ANGIN





Tabel 5.27 Persentase Pengembangan Layanan Air Minum masing-masing kecamatan.

Kecamatan	Persen Pelayanan Eksisting (2016) *	Persen Pelayanan Tahap 1 (2021) **	Persen Pelayanan Tahap 2 (2026) **
Kademangan	25,77	42	57
Kedopok	13,68	34	53
Wonoasih	17,27	26	34
Mayangan	100	100*	100*
Kanigaran	47,88	62	76

Sumber: \* PDAM Kota Probolinggo \*\* Hasil Survey

Sama halnya dengan perhitungan persentase pelayanan masing-masing kecamatan menjadi persentase pelayanan kelurahan yang dilakukan pada sub bab 5.3 sebelumnya, persentase pelayanan pengembangan juga perlu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil yang lebih detail sampai tingkat kelurahan. Perhitungan persentase pelayanan pengembangan pada masing-masing kelurahan ditentukan dengan memperhatikan perkembangan pertambahan jumlah pelanggan pada kelurahan tersebut. Sebagai contoh akan dilakukan perhitungan persentase pengembangan pada 6 kelurahan yang terdapat pada kecamatan Kademangan. Dengan memperhatikan persebaran jumlah pelanggan yang terdapat pada Tabel 2.3 didapatkan persentase pelayanan pada masing-masing kelurahan adalah seperti yang tersaji pada Tabel 5.28 berikut.

Tabel 5.28 Persentase Pelayanan Pengembangan 10 tahun kedepan Kecamatan Kademangan

Kelurahan	%
Triwung Kidul	50
Kademangan	45
Pohsangit Kidul	28
Pilang	70

Lanjutan Tabel 5.28 Persentase Pelayanan Pengembangan 10 tahun kedepan Kecamatan Kademangan

Kelurahan	%
Trwiung Lor	65
ketapang	80

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk memastikan perhitungan yang dilakukan telah benar maka dilakukan penghitungan ulang berdasarkan jumlah penduduk agar hasilnya akhirnya tidak melenceng jauh dari hasil survey. Sebagai contoh dilakukan pemeriksaan pada kelurahan Triwung Kidul.

- Jumlah penduduk total tahun 2017 = 8.818 Jiwa
- Jumlah penduduk terlayani rencana = 50% x jumlah penduduk total = 50% x 8.818 = 4.408 jiwa
- Dengan cara yang sama didapatkan jumlah penduduk untuk kelurahan Kademangan, Pohsangit Kidul, Pilang, Triwung Lor, dan Ketapang secara berturut-turut adalah 3.773 jiwa, 1.349 jiwa, 4.399 jiwa, 5.002 jiwa, dan 6.639 jiwa.
- Kemudian membandingkan jumlah penduduk terlayani rencana dengan jumlah penduduk total = 
$$\frac{4408+3773+1349+4399+5002+6639}{443002} = 57.7\%$$

Dengan cara yang sama dihitung pula persentase pelayanan untuk kelurahan lain pada masing-masing kecamatan yang ada. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut.

Tabel 5.29 Persentase Pelayanan Pengembangan 10 tahun Kedepan Kota Probolinggo

Kelurahan	Persentase Pelayanan
Kademangan	
Triwung Kidul	50
Kademangan	45
Pohsangit Kidul	28

Lanjutan Tabel 5.29 Persentase Pelayanan Pengembangan 10 tahun  
Kedepan Kota Probolinggo

Kelurahan	Persentase Pelayanan
Kademangan	
Pilang	70
Trwiung Lor	65
ketapang	80
Kedopak	
Sumber Wetan	25
Kareng Lor	64
Jrebeng Kulon	53
Jrebeng Lor	53
Jrebeng Wetan	75
Kedopak	48
Wonoasih	
Wonoasih	18
Jrebeng Kidul	18
Pakis Taji	28
Kedunggaleng	6
Kedungasem	20
Sumber Taman	70
Mayangan	
Wiroborang	100
Jati	100
Sukabumi	100
Mangunharjo	100
Mayangan	100

Lanjutan Tabel 5.29 Persentase Pelayanan Pengembangan 10 tahun Kedepan Kota Probolinggo

Kelurahan	Persentase Pelayanan
Kanigaran	
Curahgrinting	57
Kanigaran	90
Kebonsari Wetan	47
Sukoharjo	50
Kebonsari Kulon	85
Tisnonegaran	80

Sumber: Hasil Perhitungan

### 5.6.2 Skenario Pengembangan

Dari data hasil survey diatas, ditetapkan bahwa skenario pengembangan akan dilakukan pada 2 tahap, hal ini dilakukan untuk meminimalisir besaran investasi yang dikeluarkan pada tahap realisasi nanti. Tahap pertama meliputi pengerjaan perbaikan jaringan, pengembangan cakupan pelayanan pada blok yang telah ada (penambahan sambungan rumah (SR)), dan pembuatan *Tapping* untuk blok pelayanan. Sedangkan pengembangan tahap 2 meliputi pengerjaan perbaikan jaringan dan pengembangan cakupan layanan pada blok yang telah ada sebelumnya (penambahan SR). Berikut disajikan daftar blok beserta persentase pengembangan pelayanannya pada Tabel 5.30.

Tabel 5.30 Persentase Skenario Pengembanagan Pelayanan

No Blok	Wilayah	Eksisting	Tahap 1	Tahap 2
Blok 1	mayangan	35	35	35
Blok 2	mayangan	10	10	10
Blok 3	mayangan	5	5	5
Blok 4	mayangan	25	25	25
	Sukabumi	25	25	25

Lanjutan Tabel 5.30 Persentase Skenario Pengembanagan Pelayanan

No Blok	Wilayah	Eksisting	Tahap 1	Tahap 2
Blok 5	mayangan	25	25	25
	mangunharjo	10	10	10
Blok 6	mangunharjo	10	10	10
Blok 7	mangunharjo	15	15	15
Blok 8	Sukabumi	35	35	35
	Pilang	16	24	32
Blok 9	Sukabumi	40	40	40
	Tisnonegaran	13	13,75	15
Blok 10	Tisnonegaran	13	13,75	15
	mangunharjo	20	20	20
	Jati	10	10	10
Blok 11	mangunharjo	25	25	25
	Jati	30	30	30
Blok 12	mangunharjo	10	10	10
	jati	25	25	25
Blok 13	mangunharjo	10	10	10
	wiroborang	40	40	40
Blok 14	wiroborang	40	40	40
	Sukoharjo	13	20	25
Blok 15	wiroborang	10	10	10
	Jati	10	10	10
	Sukoharjo	12	20	25
	kebonsari wetan	2	9	12
Blok 16	jati	15	15	15
	wiroborang	10	10	10

Lanjutan Tabel 5.30 Persentase Skenario Pengembanagan Pelayanan

No Blok	Wilayah	Eksisting	Tahap 1	Tahap 2
Blok 17	Jati	10	10	10
	Kebonsari Kulon	9	12	13
	Kebonsari Wetan	13	25	35
	Jrebeng Lor	4	16	30
Blok 18	Tisnonegaran	9	12,5	15
	Kebonsari Kulon	18	20,5	22
	Jati	5	5	5
Blok 19	Kebonsari Kulon	22	23,5	25
	Kanigaran	18	19	20
Blok 20	Tisnonegaran	9	11	12
	Kebonsari Kulon	22	24	25
	Kanigaran	13	14	15
Blok 21	Tisnonegaran	13	14	15
Blok 22	Kanigaran	13	14	15
	Tisnonegaran	9	10	11
Blok 23	Curah Grinting	18	23	28
	Pilang	4	5,5	8
Blok 24	Pilang	4	5,5	8
Blok 25	Pilang	8	12	16
Blok 26	Ketapang	10	15	20
Blok 27	Ketapang	3	7	10
Blok 28	Ketapang	3	7	10
Blok 29	Ketapang	18	23	28
Blok 30	Ketapang	6	9,5	12
Blok 31	Triwung Lor	2	4	6
Blok 32	Triwung Lor	2	4	6
Blok 33	Triwung Lor	3	7	12

Lanjutan Tabel 5.30 Persentase Skenario Pengembanagan Pelayanan

No Blok	Wilayah	Eksisting	Tahap 1	Tahap 2
Blok 34	Triwung Lor	5	11	16
Blok 35	Triwung Lor	10	18	25
Blok 36	Kanigaran	13	14	15
	Curah Grinting	18	24	29
	Pilang	3	4,5	6
	Kademangan	14	20	25
	Kareng Lor	18	30	40
	Jrebeng Kulon	6	26	33
Blok 37	Kanigaran	13	14	15
	Jrebeng Kulon	1	14	20
	Jrebeng Wetan	26	42	52
	Kedopok	5	13	20
Blok 38	Kanigaran	4	8,5	10
	Jrebeng Wetan	6	14	23
Blok 39	Jrebeng Lor	2	14	23
Blok 40	Sumber Taman	50	60	70
Blok 41	Pakis Taji	12	18	28
	Jrebeng Kidul	0	4	6
Blok 42	Jrebeng Kidul	3	4,5	6
Blok 43	Jrebeng Kidul	3	4,5	6
	Wonoasih	0	4	9
	Kedopok	0	16	28
Blok 44	Wonoasih	5	7	9
Blok 45	Triwung Kidul	18	34	50

Lanjutan Tabel 5.30 Persentase Skenario Pengembanagan Pelayanan

No Blok	Wilayah	Eksisting	Tahap 1	Tahap 2
Blok 46	Kareng Lor	0	11	24
	Sumber Wetan	0	11	25
	Pohsangit Kidul	0	16	28
	Kademangan	0	10	20
Blok 47	Kedungasem	0	5	10
	Kedunggaleng	0	3	6
Blok 48	Kedungasem	0	5	10

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Dari Tabel 5.30 diatas diketahui bahwa pengembangan terjadi pada seluruh blok yang ada dan terdapat 3 pembentukan blok baru dari wilayah yang sebelumnya belum terlayani oleh jaringan PDAM. Dari 48 blok yang ada, 45 blok yang lain merupakan blok yang telah ada sebelumnya dan berfokus pada pengembangan wilayah cakupan serta penambahan jumlah sambungan rumah.

### **5.6.3 Perhitungan Kebutuhan Air Tahap 1 dan Tahap 2**

Dalam merencanakan pengembangan sistem distribusi air minum harus didasarkan pada pertambahan kebutuhan air pada tahun yang akan datang (tahun perencanaan). Langkah-langkah dalam menghitung kebutuhan air pada tahun perencanaan (tahap 1 dan tahap 2) dilakukan metode yang sama dengan perhitungan kebutuhan air pada waktu sekarang (eksisting) yang telah dilakukan contoh perhitungan pada subbab 5.4.4 sebelumnya. Perbedaannya hanyalah persentase pelayanan dan total jumlah penduduk. Sebagai contoh dilakukan perhitungan kebutuhan air pada blok 1 di tahun perencanaan tahap 1 (tahun 2021).



Langkah pertama ialah dihitung kebutuhan air dari masing-masing komponen.

a. Domestik

- Jumlah penduduk Kelurahan Mayangan Tahun 2021= 12.511 Jiwa
- Jumlah penduduk terlayani pada blok 1 =  $12.511 \times 35\% = 4379$  Jiwa (lihat persentase pelayanan pada Tabel 5.29)
- Jumlah penduduk persambungan = 6 orang
- Jumlah Sambungan =  $4.379 / 6 = 730$  SR
- Unit konsumsi = 120 liter / orang.hari
- Pemakaian rata-rata =  $4.379 \text{ jiwa} \times 120 \text{ liter/orang.hari} = 6,08 \text{ liter/detik}$

b. Non Domestik (contoh: sosial umum)

- Jumlah pelanggan tahun 2021 = 26 Unit (lihat pada Tabel 5.7)
- Unit pemakaian = 823 liter/unit.hari (Lihat Tabel 5.14)
- Pemakaian =  $26 \text{ Unit} \times 35\% \times 823 \text{ liter/unit.hari} = 0,088 \text{ liter/detik}$

Untuk perhitungan unit non-domestik yang lain dilakukan perhitungan yang sama dengan unit sosial umum. Didapatkan hasil pemakaian dari masing-masing unit pada Tabel 5.31

Tabel 5.31 Pemakaian air sektor Non-Domestik Tahun 2021

Jenis Fasilitas Non-Domestik		Satuan/Unit	2021
1	Sosial Umum		
	Jumlah Pelanggan	Unit	26
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	823
	Pemakain	l/detik	0,088
2	Sosial Khusus		
	Jumlah Pelanggan	Unit	12
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	1.688
	Pemakain	l/detik	0,079

Lanjutan Tabel 5.31 Pemakaian air sektor Non-Domestik Tahun 2021

Jenis Fasilitas Non-Domestik		Satuan/Unit	2021
3	Instansi		
	Jumlah Pelanggan	Unit	25
	Unit Pemakaian	lt/Unit.hari	3.439
	Pemakain	l/detik	0,352
4	Niaga Kecil		
	Jumlah Pelanggan	Unit	38
	Unit Pemakaian	l/unit.hari	619
	Pemakain	l/detik	0,095
5	Niaga Besar		
	Jumlah Pelanggan	Unit	3
	Unit Pemakaian	l/Unit.hari	2.312
	Pemakain	l/detik	0,03
6	Industri Kecil		
	Jumlah Pelanggan	Unit	6
	Unit Pemakaian	lt/Unit.hari	1.719
	Pemakain	l/detik	0,044
7	Industri Besar		
	Jumlah Pelanggan	Unit	2
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	5.422
	Pemakain	l/detik	0,046
8	Khusus		
	Jumlah Pelanggan	Unit	2
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	12.632
	Pemakain	l/detik	0,108

Lanjutan Tabel 5.31 Pemakaian air sektor Non-Domestik Tahun 2021

Jenis Fasilitas Non-Domestik		Satuan/Unit	2021
9	Target Industri Besar		
	Jumlah Pelanggan	Unit	1
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	56.414
	Pemakain	l/detik	0
10	Industri Khusus		
	Jumlah Pelanggan	Unit	1
	Unit Pemakaian	lt/unit.hari	693.967
	Pemakain	l/detik	0

\*Catatan: Pada unit Industri Khusus berlokasi pada blok 2 dan Target Industri Besar berlokasi pada blok 3.

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah didapatkan besarnya nilai pemakaian dari masing-masing sektor domestik dan non-domestik, langkah selanjutnya yaitu menambahkan besarnya nilai kebocoran pada pipa. Nilai kebocoran pada tahun 2021 diasumsikan menurun dari tahun 2017 menjadi 23 % dengan anggapan bahwa pihak PDAM melakukan perbaikan jaringan dalam menyelesaikan masalah kebocoran tiap tahunnya. Berikut contoh perhitungannya:

- Jumlah pemakaian air total blok 1 = Pemakaian air domestik + Pemakaian air non domestik = 6,92 liter/detik
- Total kebutuhan air = Pemakaian air + Kebocoran  

$$= 6,92 + (23\% \times 6,92)$$

$$= 8,99 \text{ liter/detik}$$

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, bahwa terdapat 2 sistem pemompaan yang dilakukan yaitu pemompaan pada saat jam puncak dan pemompaan pada saat jam rata-rata. Sehingga diperlukan pula perhitungan terhadap kebutuhan jam puncak dengan mengalikan faktor jam puncak yang telah dihitung sebelumnya. Perhitungan untuk blok-blok yang lain baik pada tahap 1 maupun pada tahap 2 menggunakan langkah-langkah perhitungan yang sama seperti disebut diatas. Untuk hasil perhitungan kebutuhan air pada saat jam rata-rata untuk tahap 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 5.32 berikut ini.

Tabel 5.32 Total Kebutuhan Air Kota Probolinggo Tahap 1 dan Tahap 2 (Liter/detik)

Nama Blok	Tahap 1		Tahap 2		Nama Blok	Tahap 1		Tahap 2	
	Jam Rata-rata	Jam Puncak	Jam Rata-rata	Jam Puncak		Jam Rata-rata	Jam Puncak	Jam Rata-rata	Jam Puncak
Blok 1	8,99	15,56	9,27	16,04	Blok 25	1,64	2,83	2,16	3,73
Blok 2	13,54	23,42	13,96	24,15	Blok 26	2,38	4,12	3,11	5,38
Blok 3	2,18	3,76	2,24	3,88	Blok 27	1,10	1,90	1,54	2,66
Blok 4	12,34	21,35	12,25	21,20	Blok 28	1,10	1,90	1,54	2,66
Blok 5	10,62	18,38	10,80	18,68	Blok 29	3,70	6,40	4,41	7,63
Blok 6	4,20	7,27	4,17	7,22	Blok 30	1,51	2,61	1,87	3,24
Blok 7	6,30	10,90	6,26	10,83	Blok 31	0,62	1,08	1,03	1,78
Blok 8	11,56	20,01	12,20	21,12	Blok 32	0,62	1,08	1,03	1,78
Blok 9	12,18	21,08	11,94	20,66	Blok 33	1,09	1,89	2,05	3,55
Blok 10	13,78	23,84	13,88	24,01	Blok 34	1,72	2,97	2,74	4,74
Blok 11	18,49	31,99	18,20	31,49	Blok 35	2,82	4,89	4,29	7,43
Blok 12	10,86	18,79	10,64	18,42	Blok 36	16,72	28,93	20,48	35,44
Blok 13	9,35	16,18	9,37	16,22	Blok 37	9,43	16,31	13,16	22,77
Blok 14	7,43	12,85	8,01	13,86	Blok 38	4,80	8,30	6,96	12,04

Lanjutan Tabel 5.32 Total Kebutuhan Air Kota Probolinggo Tahap 1 dan Tahap 2 (Liter/detik)

Nama Blok	Tahap 1		Tahap 2		Nama Blok	Tahap 1		Tahap 2	
	Jam Rata-rata	Jam Puncak	Jam Rata-rata	Jam Puncak		Jam Rata-rata	Jam Puncak	Jam Rata-rata	Jam Puncak
Blok 15	7,15	12,37	7,94	13,74	Blok 39	2,43	4,20	3,96	6,85
Blok 16	5,28	9,14	5,18	8,97	Blok 40	11,67	20,19	13,77	23,82
Blok 17	11,70	20,25	15,28	26,44	Blok 41	2,15	3,73	3,34	5,78
Blok 18	9,85	17,04	10,48	18,14	Blok 42	0,75	1,29	0,90	1,57
Blok 19	14,40	24,91	15,05	26,04	Blok 43	2,21	3,83	3,65	6,32
Blok 20	14,70	25,44	15,40	26,64	Blok 44	0,59	1,01	0,73	1,27
Blok 21	2,75	4,75	2,94	5,09	Blok 45	5,73	9,92	8,63	14,93
Blok 22	7,13	12,33	7,66	13,26	Blok 46	5,24	9,06	10,84	18,75
Blok 23	3,01	5,21	3,91	6,77	Blok 47	0,80	1,39	1,60	2,77
Blok 24	0,76	1,31	1,08	1,87	Blok 48	0,65	1,13	1,31	2,27
Jumlah						293,31	507,53	329,46	570,08

## 5.7 Pengembangan Tahap 1

Pengembangan pada tahap 1 didasarkan pada analisis kondisi pipa eksisting dan juga analisis kondisi pipa eksisting ketika dialiri oleh aliran air yang dibutuhkan pada tahap 1. Apabila pipa eksisting masih mampu mengalirkan kebutuhan air pada tahap 1 maka tidak diperlukan perbaikan jaringan pipa nantinya. Namun jika terjadi kegagalan sistem, maka diperlukan upaya-upaya dalam mengantisipasi masalah yang timbul.

### 5.7.1 Analisis Eksisting pada Pengaliran Debit Tahap 1

Model epanet dari jaringan pipa eksisting perlu disimulasikan kembali terhadap debit kebutuhan pada saat pengembangan tahap 1. Simulasi dilakukan dengan menggunakan debit kebutuhan pada saat jam beban puncak, alasannya adalah apabila jaringan pipa eksisting mampu menahan beban aliran pada saat debit puncak pengembangan tahap 1 maka jaringan pipa tersebut akan mampu menampung beban pada saat jam rata-rata. Berikut hasil running EPANET jaringan pipa eksisting dalam mengalirkan debit kebutuhan puncak pada tahap 1 yang disajikan di dalam Gambar 5.13

Dari Gambar 5.13 dapat diketahui bahwa jaringan eksisting tidak mampu menahan beban saat jam puncak pada pengembangan tahap 1. Hal ini ditandai dengan banyaknya titik yang tidak mencapai standar sisa tekan (10 m) yang ditandai dengan *node* yang berwarna merah, hijau, dan kuning. Pada *running* kali ini daerah yang mengalami kekurangan tekanan tidak hanya terjadi pada daerah sepanjang Jalan Sukapura, melainkan hampir disetiap titik *tapping* diseluruh Kota. Titik *tapping* yang masih memiliki sisa tekan yang cukup sebagian besar adalah titik yang berada disekitaran rumah pompa. Untuk lebih memahami secara rinci kondisi jaringan pipa berikut disajikan data hasil running untuk titik-titik *tapping* dan *junction* serta data kondisi pipa pada Tabel 5.33 dan Tabel 5.34 secara berturut.



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



Tabel 5.33 Detail Node-Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 Terhadap Jaringan Eksisting.

Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
J01	7	0	32,06	25,06
J02	6	0	34,85	28,85
J03	9	0	-7,06	-16,06
J04	10	0	-5,98	-15,98
J05	10	0	-4,71	-14,71
J06	11	0	-8,7	-19,7
J07	11	0	-7,65	-18,65
J08	12	0	-7,01	-19,01
J09	13	0	-6,87	-19,87
J10	13	0	-10,12	-23,12
J11	15	0	-6,65	-21,65
J12	13	0	0,49	-12,51
J13	15	0	0,72	-14,28
J14	16	0	1,86	-14,14
J15	15	0	14,29	-0,71
J16	15	0	24,29	9,29
J17	15	0	24,57	9,57
J18	15	0	-4,45	-19,45
J19	15	0	-4,58	-19,58
J20	15	0	-5,33	-20,33
J21	15	0	-0,18	-15,18
J22	12	0	-2,89	-14,89
J23	8	0	-20,63	-28,63
J24	12	0	-43,57	-55,57
J25	13	0	-34,29	-47,29

Lanjutan Tabel 5.33 Detail Node-Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 Terhadap Jaringan Eksisting.

Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
J26	37	0	-37,57	-74,57
J27	37	0	-31,81	-68,81
J28	40	0	39,32	-0,68
J29	38	0	65,18	27,18
J30	36	0	63,92	27,92
J31	0	0	38,62	38,62
J32	38	0	24,19	-13,81
J33	45	0	-31,81	-76,81
J34	15	0	22,68	7,68
JP1.a	5	0	43,05	38,05
JP1.b	5	0	43	38
JP2.a	15	0	24,63	9,63
JP2.b	15	0	24,68	9,68
JP3.a	39	0	72,08	33,08
JP3.b	39	0	71,94	32,94
Tap01	8	15,19	8,1	0,1
Tap02	7	23,43	32,06	25,06
Tap03	6	3,77	33,64	27,64
Tap04	6	21,35	-9,25	-15,25
Tap05	10	18,38	-6,14	-16,14
Tap06	8	7,27	3,76	-4,24
Tap07	12	10,9	-4,33	-16,33
Tap08	9	32,69	-20,01	-29,01
Tap09	13	21,08	-10,12	-23,12
Tap10	15	23,84	-6,09	-21,09

Lanjutan Tabel 5.33 Detail Node-Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 Terhadap Jaringan Eksisting.

Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Tap11	14	31,99	14,29	0,29
Tap12	14	18,79	19,17	5,17
Tap13	15	16,18	24,24	9,24
Tap14	14	12,86	24,19	10,19
Tap15	15	12,37	24,34	9,34
Tap16	15	9,14	-5,33	-20,33
Tap17	17	20,24	-7,47	-24,47
Tap18	17	17,04	-4,24	-21,24
Tap19	16	24,92	-18,96	-34,96
Tap20	14	25,44	-34,85	-48,85
Tap21	12	4,76	-14,83	-26,83
Tap22	9	12,34	-20,45	-29,45
Tap23	9	5,21	-29,48	-38,48
Tap24	9	1,32	-33,81	-42,81
Tap25	10	2,84	-36,68	-46,68
Tap26	11	4,12	-43,21	-54,21
Tap27	11	1,9	-42,85	-53,85
Tap28	11	1,9	-43,17	-54,17
Tap29	13	6,4	-45,25	-58,25
Tap30	13	2,61	-44,75	-57,75
Tap31	15	1,07	-47,01	-62,01
Tap32	15	1,07	-47,22	-62,22
Tap33	18	1,89	-47,74	-65,74
Tap34	20	2,98	-48,34	-68,34
Tap35	25	4,88	-48,49	-73,49

Lanjutan Tabel 5.33 Detail Node-Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 Terhadap Jaringan Eksisting.

Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Tap36	37	28,93	- 37,55	-74,55
Tap37	33	16,32	30,93	-2,07
Tap38	22	8,31	33,47	11,47
Tap39	23	4,2	37,19	14,19
Tap40	23	20,19	39,44	16,44
Tap41	38	3,72	68,41	30,41
Tap42	38	1,3	66,16	28,16
Tap43	38	3,82	65,48	27,48
Tap44	39	1,02	43,94	4,94
Tap45	25	9,91	- 48,47	-73,47
ResvrR-Mayangan	5	-78,63	5	0
ResvrR-Randupangger	15	-109,95	15	0
ResvrR-Ronggojalu	42	-250,91	42	0
ResvrR-Wonoasih	39	-80,37	39	0
Ronggojalu	0	0	98,09	98,09
Keterangan		Head negatif		Head Dibawah 10 m

Sumber: Hasil Running EPANET

Tabel 5.34 Detail Link-Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 Terhadap Jaringan Eksisting.

Link ID	length	Dia- meter	Roug hness	Flow	Velocity	Unit HeadLos s
	m	mm		LPS	m/s	m/km
P-01	1475	254	120	19,98	0,39	0,85
P-02	316	152,4	120	19,98	1,1	10,23
P-03	252	152,4	120	23,7	1,3	14,03
P-04	84	152,4	120	56,68	3,11	70,53
P-05	10	152,4	120	55,38	3,04	67,57
P-06	364	152,4	120	51,55	2,83	59,18
P-07	81	152,4	120	50,53	2,77	57,03
P-08	1194	152,4	120	16,32	0,89	7,03
P-09	2568	152,4	120	-34,22	1,88	27,7
P-10	2079	152,4	120	0	0	0
P-11	207	152,4	120	-34,22	1,88	27,7
P-12	21	152,4	120	-5,29	0,29	0,87
P-13	3270	152,4	120	5,69	0,31	1
P-14	3231	152,4	120	-10,98	0,6	3,38
P-15	374	152,4	120	-1,07	0,06	0,04
P-16	317	152,5	120	3,81	0,21	0,47
P-17	430	152,4	120	6,79	0,37	1,39
P-18	238	152,4	120	8,68	0,48	2,18
P-19	78	152,4	120	9,75	0,53	2,71
P-20	536	152,4	120	10,82	0,59	3,28
P-21	65	152,4	120	17,22	0,94	7,77
P-22	117	152,4	120	19,84	1,09	10,09
P-23	145	203,2	120	19,84	0,61	2,49
P-24	10	203,2	120	23,95	0,74	3,52

Lanjutan Tabel 5.34 Detail Link-Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 Terhadap Jaringan Eksisting.

Link ID	length	Dia- meter	Roug hness	Flow	Velocity	Unit HeadLos s
	m	mm		LPS	m/s	m/km
P-25	79	203,2	120	25,86	0,8	4,06
P-26	1333	203,2	120	27,76	0,86	4,63
P-27	517	203,2	120	30,6	0,94	5,55
P-28	139	154,2	120	37,61	2,01	31,16
P-29	729	203,2	110	42,82	1,32	12,14
P-30	44	254	110	42,82	0,84	4,09
P-31	67	254	110	55,15	1,09	6,54
P-32	334	254	110	87,84	1,73	15,49
P-33	466	254	110	92,6	1,83	17,08
P-34	134	152,4	110	5,33	0,29	1,04
P-35	254	127	110	5,33	0,42	2,53
P-36	140	101,6	110	-5,33	0,66	7,49
P-37	521	152,4	110	-5,33	0,29	1,04
P-38	321	152,4	120	-16,02	0,88	6,79
P-39	554	203,2	120	-16,02	0,49	1,67
P40	23	203,2	120	-34,4	1,06	6,89
P-41	515	127	110	15,8	1,25	18,91
P-42	114	127	110	23,07	1,82	38,11
P-43	275	127	110	38,26	3,02	97,27
P-44	67	152,4	120	-27,2	1,49	18,11
P-45	115	152,4	120	-23,43	1,28	13,73
P-46	27	152,4	120	0	0	0
P-47	89	152,4	120	-65,46	3,59	92,1
P-48	3958	152,4	120	-13,17	0,72	4,73

Lanjutan Tabel 5.34 Detail Link-Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 Terhadap Jaringan Eksisting.

Link ID	length	Dia- meter	Roug hness	Flow	Velocity	Unit HeadLos s
	m	mm		LPS	m/s	m/km
P-49	142	152,4	120	-18,6	1,02	8,96
P-50	173	203,2	120	-18,6	0,57	2,21
P-51	791	203,2	110	29,5	0,91	6,09
P-52	276	304,8	110	29,5	0,4	0,84
P-53	206	203,2	110	61,96	1,91	24,07
P-54	140	203,2	110	44,92	1,39	13,27
P-55	170	203,2	110	21,08	0,65	3,27
P-56	262	152,4	110	21,08	1,16	13,26
P-57	335	152,4	110	0	0	0
P-58	210	254	110	97,93	1,93	18,95
P-59	348	304,8	110	97,93	1,34	7,8
P-60	555	355,6	110	97,93	0,99	3,68
P-61	5	152,4	110	0	0	0
P-62	263	152,4	110	9,14	0,5	2,82
P-63	20	127	110	9,14	0,72	6,86
P-64	10	127	110	70,6	5,57	302,47
P-65	71	127	110	50,35	3,97	161,76
P-66	193	203,2	120	79,73	2,46	32,68
P-67	348	127	110	25,44	2,01	45,67
P-68	27	203,2	120	91,46	2,82	42,14
P-69	870	355,6	110	-269,12	2,71	23,93
P-70	269	457,2	110	-269,12	1,64	7,03
P-71	118	203,2	110	0	0	0
P-72	690	203,2	110	-31,99	0,99	7,08

Lanjutan Tabel 5.34 Detail Link-Hasil Running EPANET Debit Kebutuhan Jam Puncak Tahap 1 Terhadap Jaringan Eksisting.

Link ID	length	Dia- meter	Roug hness	Flow	Velocity	Unit HeadLos s
	m	mm		LPS	m/s	m/km
P-73	304	203,2	110	50,78	1,57	16,65
P-74	2	203,2	110	66,96	2,06	27,79
P-75	15	203,2	110	53,79	1,66	18,52
P-76	5	457,2	110	348,14	2,12	11,33
P-79	50	203,2	110	25,23	0,78	4,56
P-80	115	203,2	110	12,86	0,4	1,31
P-81	2484	457,2	110	-238,19	1,45	5,61
P-82	6680	203,2	110	0	0	0
P-83	132	457,2	110	-250,7	1,53	6,17
P-84	334	152,4	120	-12,51	0,69	4,3
P-85	1846	152,4	120	-8,31	0,46	2,01
P-86	3439	457,2	110	-270,89	1,65	7,12
P-87	5530	457,2	110	-250,91	1,53	6,18
P-88	485	152,4	120	-5,69	0,31	1
P-P1	10	152,4	120	13,17	0,72	4,73
P-P2	10	457,2	110	238,19	1,45	5,61
P-P3	10	152,4	120	23,7	1,3	14,03
Pump Maya- ngan	#N/A	#N/A	#N/A	78,63	0	-38,05
PumpRan dupang- ger	#N/A	#N/A	#N/A	109,95	0	-9,63
Pump P Ronggo- jalu	#N/A	#N/A	#N/A	250,91	0	-56,09
Pump P Wonoasih	#N/A	#N/A	#N/A	80,37	0	-33,08

Sumber: Hasil Running EPANET



Pada Tabel 5.34 hanya ada beberapa pipa yang memiliki kecepatan dibawah standar kecepatan pengaliran dan selebihnya masih dibatas kecepatan pengaliran yang wajar (0,3 m/s - 2m/s). Namun dari tabel tersebut diketahui jika headloss yang terjadi disepanjang pipa memiliki nilai yang cukup besar. Hal itu dikarenakan debit air yang mengalir didalam pipa terlalu besar sehingga menyebabkan nilai headloss juga meningkat. Karena banyaknya tekanan yang hilang sepanjang pipa, menyebabkan total head yang sampai pada titik *tapping* menjadi kecil bahkan bernilai negatif (Tabel 5.33).

Di lain sisi pada Tabel 5.34 ditemui beberapa pipa yang memiliki debit aliran, kecepatan aliran, dan unit headloss bernilai 0 (nol) atau dengan kata lain tidak ada aliran. Hal ini disebabkan pada pipa tersebut tidak terdapat *Tapping* atau tempat air untuk keluar menuju pelanggan. Salah satunya memang adanya pipa tersebut dipersiapkan untuk pengembangan pada tahun-tahun yang akan datang.

### **5.7.2 Strategi Pengembangan Jaringan Tahap 1**

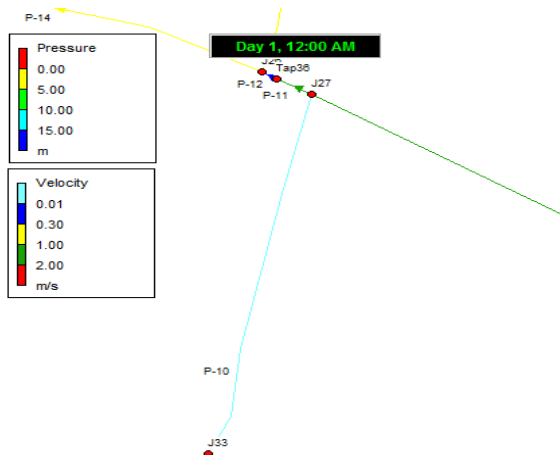
Dalam melakukan pengembangan jaringan distribusi air minum perlu memperhatikan kondisi yang ada sekarang dengan kondisi di masa yang akan datang. Hal ini dilakukan agar inventarisasi alat dan material yang dimiliki sekarang tidak terbuang percuma dan dapat diinvestasikan secara tepat sasaran pada masa yang akan datang. Investasi yang dilakukan diharapkan tidak terlalu besar dan dapat menguntungkan secara ekonomis, misal dalam waktu 5 tahun investasi sudah dapat dirasakan hasilnya. Sebaliknya, apabila investasi yang dilakukan terlalu besar dan dalam manfaat yang dihasilkan baru dapat dirasakan dalam jangka waktu yang lama maka dapat disimpulkan jika perencanaan yang dilakukan tidak dilakukan dengan baik dan benar.

Pada pengembangan tahap 1 dalam jangka 5 tahun terdapat 3 titik Tapping baru yang sebelumnya belum ada. Titik *tapping* tersebut merupakan *tapping* untuk blok 46, 47, dan 48 yang lokasi dari ketiganya dapat dilihat pada Gambar 5.12. Selain

berfokus pada pemasangan *tapping* baru, pada tahap 1 juga berfokus pada penyelesaian masalah kurangnya tekanan air pada titik-titik *tapping*. Berdasarkan analisis sebelumnya ketika debit kebutuhan pada jam puncak pengembangan tahap 1 disimulasikan pada jaringan eksisting yang ada sekarang menunjukkan hasil yang tidak baik karena hampir seluruh titik-titik *tapping* memiliki tekanan negatif.

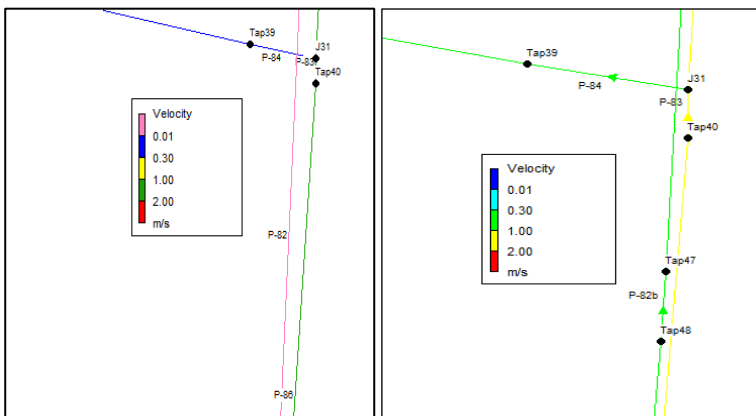
#### a. Strategi Pengembangan Tapping Baru

Pengadaan tapping untuk pelayanan blok baru akan dilakukan dengan melakukan *tapping* pada pipa distribusi utama. Untuk pelayanan blok 46 yang mencakup pelayanan terhadap wilayah Kelurahan Kareng Lor, Sumber Wetan, Pohsangit Kidul, dan Kademangan misalnya, akan dilakukan pemanfaatan pipa P-10 sebagai pipa *tapping*. Hal ini dilakukan karena pipa P-10 ini belum ada pemanfaatan atas keberadaanya. Dibuktikan pada hasil *running EPANET* Tabel 5.34 pada pipa ini tidak ada aliran yang melewatinya dengan nilai kecepatan aliran sebesar 0 m/s (air tidak mengalir). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.14 dibawah ini.



Gambar 5.14 Pipa P-10 pada Jaringan Eksisting.

Blok 47 dan 48 berdasarkan Gambar 5.12 mencakup daerah pelayanan wilayah Kelurahan Kedungasem dan Kedunggaleng. Lokasi kedua blok ini juga bersebelahan yakni di sepanjang jalan KH. Hasan Genggong. Di jalan ini terdapat 2 pipa utama dengan diameter masing-masing 18 inchi (P-86) dan 8 inchi (P-82). Berdasarkan jaringan eksisting pipa P-89 yang merupakan pipa penerima air pemompaan Rumah Pompa Ronggojalu telah terdapat titik-titik tapping yaitu tapping untuk blok 38, 39, dan 40. Sedangkan untuk pipa P-82 berdasarkan hasil simulasi Tabel 5.34 pada pipa ini nilai kecepatan pengaliran sebesar 0 m/s (tidak ada aliran) dikarenakan tidak terdapatnya titik tapping di sepanjang pipa ini.



Gambar 5.15 Kondisi Sebelum dan Sesudah Pemasangan Tapping

### b. Strategi Penyelesaian Kekurangan Tekanan

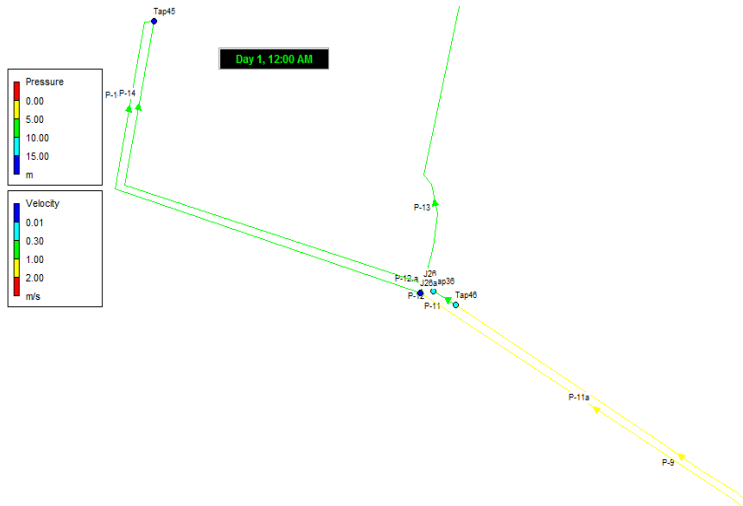
Sisa tekanan minimum pada titik tapping berdasarkan Kriteria Perencanaan sebesar 10 m (1 atm). Dengan demikian ketika debit kebutuhan pada pengembangan tahap 1 dialirkan kedalam pipa eksisting mengakibatkan banyak titik yang memiliki tekanan dibawah 10 m atau bahkan bernilai negatif seperti yang telah dibahas pada subbab sebelumnya (lihat Tabel 5.33).

Ada beberapa upaya yang dapat dilakukan dalam mengantisipasi permasalahan seperti ini. Pertama yaitu bisa

dilakukan dengan menambahkan Head Pompa, sehingga dapat meningkatkan sisa tekan pada titik-titik tapping nantinya namun pilihan ini diperkirakan akan membutuhkan biaya yang cukup besar mengingat harga pompa dengan head tinggi cukup mahal dipasaran. Pilihan kedua yaitu mengganti pipa eksisting yang telah tertanam dengan pipa baru yang memiliki dimensi sesuai dengan dimensi pipa yang dibutuhkan. Pada opsi ini kekurangannya adalah membutuhkan biaya yang cukup besar dalam pengerjaannya karena selain biaya pemasangan juga dibutuhkan biaya dalam hal pembongkaran dan juga pada saat pengerjaan dibutuhkan strategi lain untuk menjaga suplai kepada konsumen tetap berlangsung secara kontinyu. Pilihan ketiga yaitu dengan memasang pipa paralel dengan tujuan membagi debit air yang melintasi suatu pipa. Hal ini dikarenakan dengan membagi debit aliran maka nilai kehilangan tekanan yang terjadi di sepanjang pipa akan ikut berkurang (nilai *HeadLoss* berbanding lurus dengan besarnya debit aliran).

Pada perencanaan ini, dari tiga opsi yang ada dipilih opsi ketiga. Selain lebih hemat dari segi biaya juga lebih mudah dalam hal pengerjaannya dibanding dengan opsi kedua. Pada opsi ini akan dipasang pipa paralel pada pipa-pipa yang memiliki nilai kehilangan tekanan yang cukup besar. Salah satu contohnya adalah pipa-pipa di sepanjang Jalan Prof. Dr. Hamka dan Jalan Ir. Sutami (P-2 hingga P-9 dan P-14) yang berdasarkan Tabel 5.34 memiliki nilai Unit *HeadLoss* yang cukup besar. Berdasarkan arah alirannya, air pada pipa-pipa mengalir ke arah pipa di sepanjang Jalan Sukapura yang secara tidak langsung kehilangan tekanan pada pipa P-2 hingga P-9 dan P-14 inilah yang menyebabkan sisa tekan pada titik tapping sepanjang Jalan Sukapura bernilai negatif. Pipa-pipa ini memiliki diameter 6-inch (152,4 mm dalam satuan SI) akan diparalel agar debit yang melewati pipa-pipa ini terbagi dan juga diharapkan agar Unit *Headloss* akan ikut menurun. Pipa ini bisa diparalel dengan pipa yang memiliki ukuran sama, lebih besar, atau lebih kecil. Setelah melalui beberapa percobaan didapatkan diameter pipa paralel sebesar 10 inch (254 mm). Berikut gambaran tentang pipa paralel yang akan dipasang disepanjang jalan Prof.

Dr. Hamka dan Ir. Sutami hingga menuju Jalan Sukapura bagian selatan.

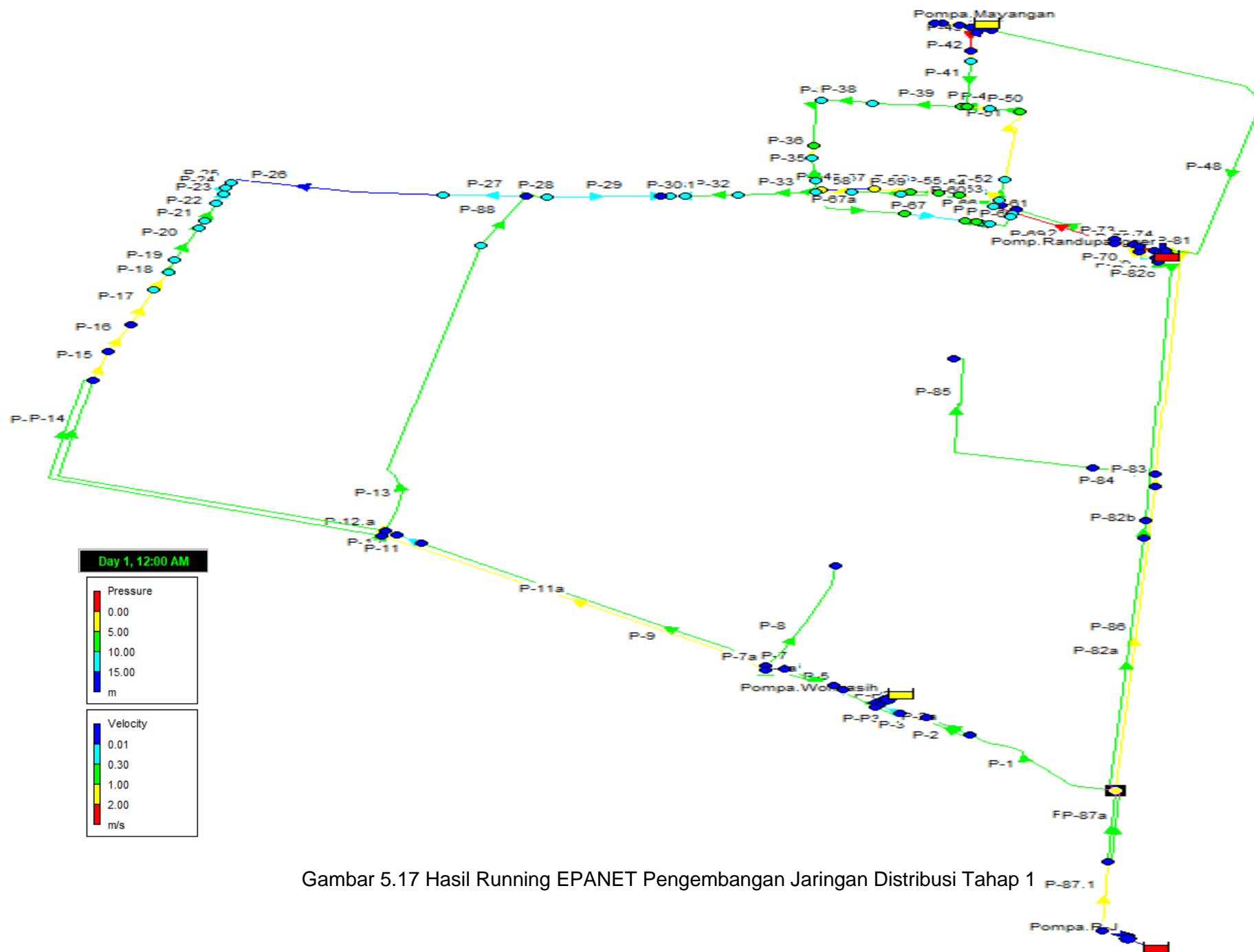


Gambar 5.16 Detail Pipa Paralel – Pipa sepanjang Jalan Prof. Dr. Hamka dan Ir. Sutami

Dengan langkah-langkah dan analisis yang sama seperti sebelumnya, dilakukan perbaikan untuk seluruh pipa-pipa yang ada dengan tujuan agar menghasilkan sisa tekan yang cukup dan sesuai dengan kriteria perencanaan pada tiap-tiap titik *tapping*, *junction*, maupun daerah terendah dan tertinggi. Berikut hasil perbaikan seluruh pipa pada tahap 1 yang dapat dilihat pada Gambar 5.17 dan Detail *Node* maupun detail pipa pada Tabel 5.35 dan Tabel 5.36 secara berturut-turut.

Tabel 5.35 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1

NodeID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
J01	7	0	40,34	33,34
J02	6	0	43,14	37,14
J03	9	0	19,08	10,08
J04	10	0	19,73	9,73
J05	10	0	21,44	11,44
J06	11	0	19,44	8,44
J07	11	0	22,52	11,52
J08	12	0	24,41	12,41
J09	13	0	24,82	11,82
J10	13	0	17,23	4,23
J11	15	0	20,7	5,7
J12	13	0	27,79	14,79
J13	15	0	28,07	13,07
J14	16	0	29,29	13,29
J15	15	0	33,74	18,74
J16	15	0	43,74	28,74
J17	15	0	44,08	29,08
J18	15	0	26,56	11,56
J19	15	0	26,42	11,42
J20	15	0	25,68	10,68
J21	15	0	28,24	13,24
J22	12	0	26,86	14,86
J23	8	0	23,37	15,37
J24	12	0	24,34	12,34
J25	13	0	27,97	14,97



Gambar 5.17 Hasil Running EPANET Pengembangan Jaringan Distribusi Tahap 1

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



Lanjutan Tabel 5.35 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1

NodeID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
J26	37	0	52,62	15,62
J26a	37	0	52,69	15,69
J28	40	0	65,43	25,43
J28a	40	0	65,45	25,45
J29	38	0	67,67	29,67
J30	36	0	70,65	34,65
J31	22	0	53,25	31,25
J-New	15	0	42,85	27,85
JP1.a	5	0	49,77	44,77
JP1.b	5	0	49,75	44,75
JP2.a	15	0	44,12	29,12
JP2.b	15	0	44,19	29,19
JP3.a	39	0	66,78	27,78
JP3.a(1)	39	0	66,76	27,76
JP3.b	39	0	66,79	27,79
Tap01	8	15,56	24,83	16,83
Tap02	7	23,43	40,34	33,34
Tap03	6	3,77	41,92	35,92
Tap04	6	21,35	17,84	11,84
Tap05	10	18,38	19,61	9,61
Tap06	8	7,27	22,72	14,72
Tap07	12	10,9	21,95	9,95
Tap08	9	20	23,37	14,37
Tap09	13	21,08	17,23	4,23
Tap10	15	23,84	21,26	6,26

Lanjutan Tabel 5.35 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1

NodeID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Tap11	14	31,99	33,74	19,74
Tap12	14	18,79	38,62	24,62
Tap13	15	16,18	43,69	28,69
Tap14	14	12,86	44,19	30,19
Tap15	15	12,37	44,08	29,08
Tap16	15	9,14	25,68	10,68
Tap17	17	20,24	25,43	8,43
Tap18	17	17,04	23,12	6,12
Tap19	16	24,92	23,09	7,09
Tap20	14	25,44	23,52	9,52
Tap21	12	4,76	23,86	11,86
Tap22	9	12,34	23,36	14,36
Tap23	9	5,21	23,73	14,73
Tap24	9	1,32	24,31	15,31
Tap25	10	2,84	24,27	14,27
Tap26	11	4,12	24,28	13,28
Tap27	11	1,9	24,27	13,27
Tap28	11	1,9	24,28	13,28
Tap29	13	6,4	24,76	11,76
Tap30	13	2,61	24,56	11,56
Tap31	15	1,07	28,78	13,78
Tap32	15	1,07	29,43	14,43
Tap33	18	1,89	31,66	13,66
Tap34	20	2,98	36,45	16,45
Tap35	25	4,88	40,96	15,96

Lanjutan Tabel 5.35 Detail Node-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1

NodeID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Tap36	37	28,93	52,31	15,31
Tap37	33	16,32	57,04	24,04
Tap38	22	8,31	48,1	26,1
Tap39	23	4,2	51,81	28,81
Tap40	23	20,19	53,79	30,79
Tap41	38	3,72	66,98	28,98
Tap42	38	1,3	66,36	28,36
Tap43	38	3,82	66,32	28,32
Tap44	39	1,02	65,56	26,56
Tap45	25	9,91	48,48	23,48
Tap46	37	9,07	52,45	15,45
Tap47	30	1,38	57,3	27,3
Tap48	30	1,12	58,99	28,99
ResvrR.Mayangan	5	-65,51	5	0
ResvrR.Randupangger	15	-85,99	15	0
ResvrR.Ronggojalu	42	-279,7	42	0
ResvrR.Wonoasih	39	-87,93	39	0
Ronggojalu	42	0	95,53	53,53
Ronggojalu(a)	39	0	74,65	35,65

Tapping baru

Tekanan dibawah 10 m

Sumber: Hasil Running EPANET

Tabel 5.36 Detail Link-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1

LinkID	Length	Diameter	Flow	Velocity	UnitHead loss
	m	mm	LPS	m/s	m/km
P-01	1475	254	-31,89	0,63	2,02
P-02	316	152,4	-8,66	0,47	2,17
P-02a	578	254	23,24	0,46	1,57
P-03	252	152,4	-4,93	0,27	0,77
P-04	84	152,4	13,58	0,74	5
P-04a	539	381	102,53	0,9	2,44
P-05	10	152,4	12,28	0,67	4,15
P-06	364	152,4	8,46	0,46	2,08
P-07	81	152,4	7,44	0,41	1,64
P-07a	15	254,2	22,54	0,44	1,06
P-08	1194	152,4	16,32	0,89	7,03
P-09	2568	152,4	-13,65	0,75	5,05
P-11	207	152,4	-4,59	0,25	0,67
P-11a	2796	304,8	79,99	1,1	4,56
P-12	21	152,4	24,34	1,33	14,74
P-12a	15	254,2	-49,24	0,97	4,5
P-13	3270	152,4	-16,95	0,93	7,54
P-14	2231	152,4	-7,95	0,44	1,86
P-14a	2231	254	30,75	0,61	1,89
P-15	374	152,4	-28,78	1,58	20,11
P-16	317	152,5	-23,91	1,31	14,21
P-17	430	152,4	-20,93	1,15	11,15
P-18	238	152,4	-19,04	1,04	9,36
P-19	78	152,4	-17,97	0,99	8,4
P-20	536	152,4	-16,9	0,93	7,5

Lanjutan Tabel 5.36 Detail Link-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1

LinkID	Length	Diameter	Flow	Velocity	UnitHead loss
	m	mm	LPS	m/s	m/km
P-21	65	152,4	-10,5	0,58	3,1
P-22	117	152,4	-7,88	0,43	1,83
P-23	145	203,2	-7,88	0,24	0,45
P-24	10	203,2	-3,76	0,12	0,11
P-25	79	203,2	-1,86	0,06	0,03
P-26	1333	203,2	0,04	0	0
P-27	517	203,2	2,88	0,09	0,07
P-28	139	154,2	-12,75	0,68	4,21
P-29	729	203,2	-7,54	0,23	0,49
P-30	44	254	-7,54	0,15	0,16
P-31	67	254	4,79	0,09	0,07
P-32	334	254	24,79	0,49	1,49
P-33	466	254	29,55	0,58	2,06
P-34	134	152,4	9,55	0,52	3,06
P-35	254	127	9,55	0,75	7,44
P-36	140	101,6	-9,55	1,18	22,06
P-37	521	152,4	-9,55	0,52	3,06
P-38	321	152,4	-11,8	0,65	3,86
P-39	554	203,2	-11,8	0,36	0,95
P-40	23	203,2	-30,18	0,93	5,41
P-41	515	127	8,35	0,66	5,81
P-42	114	127	15,62	1,23	18,51
P-43	275	127	31,17	2,46	66,57
P-44	67	152,4	-27,2	1,49	18,11
P-45	115	152,4	-23,43	1,28	13,73

Lanjutan Tabel 5.36 Detail Link-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1

LinkID	Length	Diameter	Flow	Velocity	UnitHead loss
	m	mm	LPS	m/s	m/km
P-46	27	152,4	0	0	0
P-47	89	152,4	-58,37	3,2	74,49
P-48	3958	152,4	-7,13	0,39	1,52
P-49	142	152,4	-21,83	1,2	12,05
P-50	173	203,2	-21,83	0,67	2,97
P-51	791	203,2	32,73	1,01	7,38
P-52	276	304,8	32,73	0,45	1,02
P-53	206	203,2	61,96	1,91	24,07
P-54	140	203,2	44,92	1,39	13,27
P-55	170	203,2	21,08	0,65	3,27
P-56	262	152,4	21,08	1,16	13,26
P-57	335	152,4	0	0	0
P-58	210	254	68,15	1,34	9,68
P-59	348	304,8	68,15	0,93	3,98
P-60	555	355,6	68,15	0,69	1,88
P-61	5	152,4	0	0	0
P-62	263	152,4	9,14	0,5	2,82
P-63	20	127	9,14	0,72	6,86
P-64	10	127	41,55	3,28	113,33
P-65	71	127	21,31	1,68	32,9
P-66	193	203,2	50,69	1,56	14,12
P-67	348	127	-3,61	0,28	1,23
P-67a	768	254	-29,05	0,57	1,7
P-68	27	203,2	94,69	2,92	44,94
P-69	870	355,6	-213,52	2,15	15,59

Lanjutan Tabel 5.36 Detail Link-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1

LinkID	Length	Diameter	Flow	Velocity	UnitHead loss
	m	mm	LPS	m/s	m/km
P-70	269	457,2	-213,52	1,3	4,58
P-71	118	203,2	0	0	0
P-72	690	203,2	-31,99	0,99	7,08
P-73	304	203,2	50,78	1,57	16,65
P-74	2	203,2	66,96	2,06	27,79
P-75	15	203,2	59,83	1,84	22,56
P-76	5	457,2	274,72	1,67	7,31
P-79	50	203,2	1,36	0,04	0,02
P-80	115	203,2	-11,01	0,34	0,98
P-81	2484	457,2	-188,73	1,15	3,65
P-82a	2355	203,2	-26,37	0,81	4,95
P-82b	370	203,2	25,25	0,78	4,57
P-82c	3188	203,2	-23,87	0,74	4,11
P-83	132	457,2	-201,24	1,23	4,11
P-84	334	152,4	-12,51	0,69	4,3
P-85	1846	152,4	-8,31	0,46	2,01
P-86	3439	457,2	-221,43	1,35	4,9
P-87.1	2763	457,2	279,7	1,7	7,56
P-87.2	2762	457,2	-114,68	0,7	1,45
P-87a	2763	508	165,02	0,81	1,45
P-88	485	152,4	-16,95	0,93	7,54
P-P1	10	152,4	7,13	0,39	1,52
P-P2	10	457,2	274,72	1,67	7,31
P-P3	10	152,4	-4,93	0,27	0,77
P-P3a	15	381	79,29	0,7	1,51

Lanjutan Tabel 5.36 Detail Link-Hasil Running EPANET Jaringan Distribusi Pengembangan Tahap 1

LinkID	Length	Diameter	Flow	Velocity	UnitHead loss
	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pomp Randupan gger	#N/A	#N/A	85,99	0	-29,19
Pompa Mayangan	#N/A	#N/A	65,51	0	-44,77
Pompa Ronggojalu	#N/A	#N/A	279,7	0	-53,53
Pompa Wonoasih	#N/A	#N/A	87,93	0	-27,78
		Pipa baru			
		Kecepatan dibawah 0.3 m/s			

Sumber: Hasil Running EPANET

Dari Tabel 5.35 dan Tabel 5.36 diatas terdapat beberapa titik dengan sisa tekan dan pipa dengan kecepatan aliran yang dibawah standar minimum. Titik dengan sisa tekan dibawah 10 m pada Tabel 5.35 yang ditandai dengan warna merah jambu berkisar pada tekanan 5 m hingga 9 m. Keadaan yang seperti ini dapat dibiarkan dikarenakan masih memiliki sisa tekan pada titik *tapping* terakhir. Disisi lain pada Tabel 5.36 diketahui terdapat pipa yang memiliki kecepatan dibawah 0,3 m/s yang ditandai dengan warna merah jambu. Namun jika diperhatikan pada Tabel 5.35 titik-titik *tapping* dan *junction* yang dilewati oleh pipa tersebut memiliki tekanan yang relative tinggi (>15 m). Hal ini diakibatkan oleh tekanan yang tinggi dari titik sebelumnya namun debit yang melewati pipa tersebut cukup kecil. sehingga pipa tersebut pada suatu saat akan penuh dengan udara. Untuk mengantisipasi hal ini diperlukan aksesoris pipa berupa aksesoris pembuang udara (*air valve*).



### **5.7.3 Strategi Sistem Pemompaan Pengembangan Tahap 1**

Berdasarkan Tabel 5.32 diketahui bahwa kebutuhan air total kota Probolinggo untuk pengembangan tahap 1 sebesar 293,31 l/s saat jam rata-rata dan 507,53 l/s saat jam beban puncak. Selanjutnya, berdasarkan Tabel 2.6 diketahui rumah pompa Ronggojalu memiliki 3 buah pompa dengan total debit pemompaan maksimal oleh pompa yang aktif beroperasi selama 24 jam sebesar 360 l/s. Debit pemompaan dari rumah pompa Ronggojalu untuk jam rata-rata telah mampu memenuhi kebutuhan. Pada saat jam puncak, kebutuhan air naik menjadi 507,53 l/s. Dengan dioperasikannya rumah pompa pembantu pada saat jam puncak sebesar 185 l/s (Mayangan 65 l/s, Wonoasih 60 l/s, dan Randupangger 60 l/s) telah mampu memenuhi kebutuhan air Kota Probolinggo pada saat jam Puncak dengan asumsi total pemompaan maksimal yang dapat dilakukan sebesar 545 l/s (jumlah dari kapasitas pemompaan rumah pompa Ronggojalu dan rumah pompa pembantu).

### **5.8 Pengembangan Tahap 2**

Pada tahap 2, pengembangan difokuskan terhadap perbaikan dan pengembangan jaringan karena sudah tidak ada pembentukan blok baru pada tahap ini. Pada tahap 2 ini metode analisis dan strategi pengembangan yang akan dilakukan sama dengan metode analisis dan strategi pada tahap 1.

#### **5.8.1 Analisis Jaringan Pada Tahap 1 terhadap Debit Puncak Tahap 2**

Seperti halnya pengembangan pada tahap 1, pada tahap ini juga perlu dianalisis apakah jaringan yang telah ada pada saat pengembangan tahap 1 mampu menahan beban aliran pada saat tahap 2. Berikut hasil running EPANET yang dapat dilihat pada Gambar 5.18. Dari Gambar 5.18 diketahui bahwa secara aliran, pipa-pipa pada tahap 1 masih dapat menahan beban aliran pada tahap 2. Namun jika diperhatikan dari sisa tekan pada tiap-tiap titik *tapping*, masalah terbesar terjadi pada daerah Kecamatan Kademangan sepanjang Jalan Sukapura (tekanan negatif). Sama halnya dengan kondisi di daerah Kecamatan Kademangan, titik

*tapping* di daerah pusat Kota padat penduduk (Kecamatan Kanigaran dan Kecamatan Mayangan) memiliki tekanan yang rendah yakni antara 0 m hingga 10 m (kurang dari 10 m). Berikut dapat dilihat di titik-titik mana saja sisa tekan bernilai kurang dari 10 m bahkan negatif pada Tabel 5.37. Serta pipa-pipa yang memiliki nilai kehilangan tekan yang cukup besar pada Tabel 5.38.

Tabel 5.37 Detail Node-Titik Tapping dengan Sisa Tekan kurang dari 10m.

NodeID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
J03	9	0	15,76	6,76
J04	10	0	16,53	6,53
J05	10	0	18,36	8,36
J06	11	0	15,41	4,41
J07	11	0	17,67	6,67
J08	12	0	19,05	7,05
J09	13	0	19,35	6,35
J10	13	0	14,45	1,45
J11	15	0	17,8	2,8
J19	15	0	22,65	7,65
J20	15	0	21,93	6,93
J23	8	0	14,9	6,9
J24	12	0	11,29	-0,71
J25	13	0	16,16	3,16
J26	37	0	31,56	-5,44
Tap04	6	21,2	14,25	8,25
Tap05	10	18,69	16,4	6,4
Tap07	12	10,83	18,9	6,9
Tap08	9	21,11	15,02	6,02
Tap09	13	20,66	14,45	1,45
Tap10	15	24,02	18,34	3,34



***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

Tabel 5.38 Detail Link-Pipa dengan nilai Headloss yang tinggi pada Uji Debit Tahap 2 terhadap jaringan Tahap 1

LinkID	Length	Diameter	Velocity	UnitHeadloss	Total Headloss
	m	mm	m/s	m/km	m
P-09	2568	152,4	1,3	13,99	35,93
P-11	207	152,4	0,27	0,76	0,16
P-11a	2796	254,2	1,7	12,71	35,54
P-13	3270	152,4	0,72	4,71	15,40
P-58	210	254	1,74	15,53	3,26
P-59	348	304,8	1,21	6,39	2,22
P-60	555	355,6	0,89	3,02	1,68
P-64	10	127	4,03	166,18	1,66
P-65	71	127	1,95	43,1	3,06
P-69	870	355,6	2,46	19,99	17,39
P-81	2484	457,2	1,34	4,88	12,12
P-82c	3188	203,2	0,84	5,27	16,80
P-86	3439	457,2	1,61	6,77	23,28
P-87	5530	457,2	0,89	2,28	12,61
P-87a	5530	508	1,04	2,28	12,61

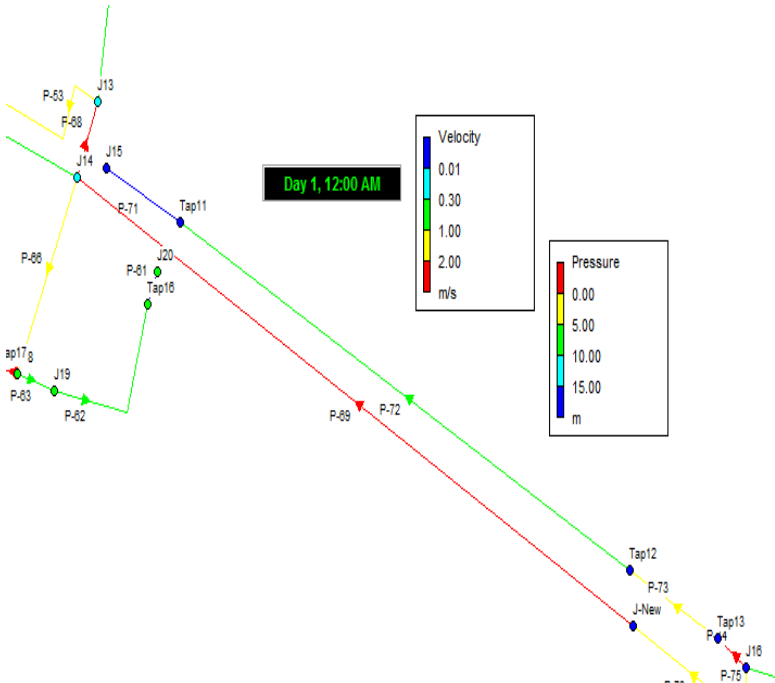
Sumber: Hasil Running EPANET

### 5.8.2 Strategi Pengembangan Jaringan Tahap 2

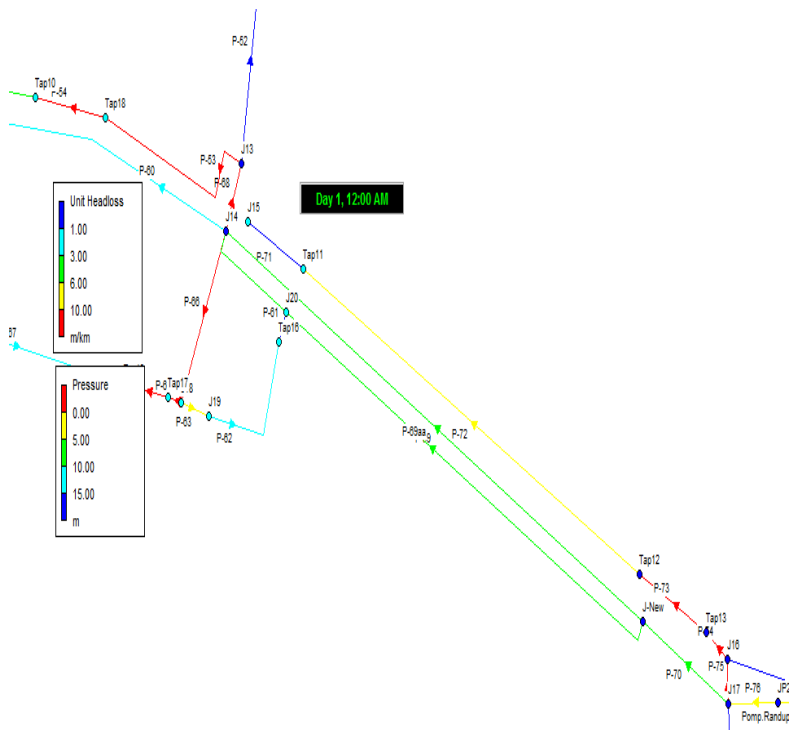
Berdasarkan hasil data Tabel 5.37 dan Tabel 5.38 diketahui bahwa permasalahan banyak terjadi di daerah Kecamatan Kademangan (Tap 27 sampai tap 46) karena memang jauh dari pusat pemompaan dan di daerah pusat Kota Padat penduduk yang disebabkan dimensi pipa yang sudah tidak mampu menampung beban aliran atau dengan kata lain nilai *HeadLoss*-nya terlalu besar.

Dalam penyelesaian masalah-masalah ini solusi yang dilakukan sama seperti yang telah dilakukan pada perbaikan jaringan pengembangan tahap 1. Salah satu contoh seperti yang terjadi pada pipa disepanjang Jalan Panglima Sudirman. Tekanan

yang hilang sepanjang pipa P-69 sebesar 17,39 m. Meskipun memiliki ukuran diameter yang cukup besar namun hal ini tidak membuat pipa P-69 memiliki *HeadLoss* yang kecil. Hal ini dikarenakan pipa P-69 dilalui aliran yang cukup besar dari arah rumah pompa Randupangger. Setelah beberapa percobaan akhirnya pipa P-69 diparalel dengan pipa P-69a dan debit air pada pipa ini dialirkan menuju titik J20 yang akan menuju kea rah pipa sepanjang jalan Pahlawan. Berikut disajikan Gambar 5.19 dan Gambar 5.20 tentang proses pemasangan pipa paralel untuk pipa P-69.



Gambar 5.19 Kondisi Pipa P-69 terhadap Aliran Debit Pengembangan Tahap 2



Gambar 5.20 Kondisi Pipa P-69 terhadap Aliran Debit Pengembangan Tahap 2

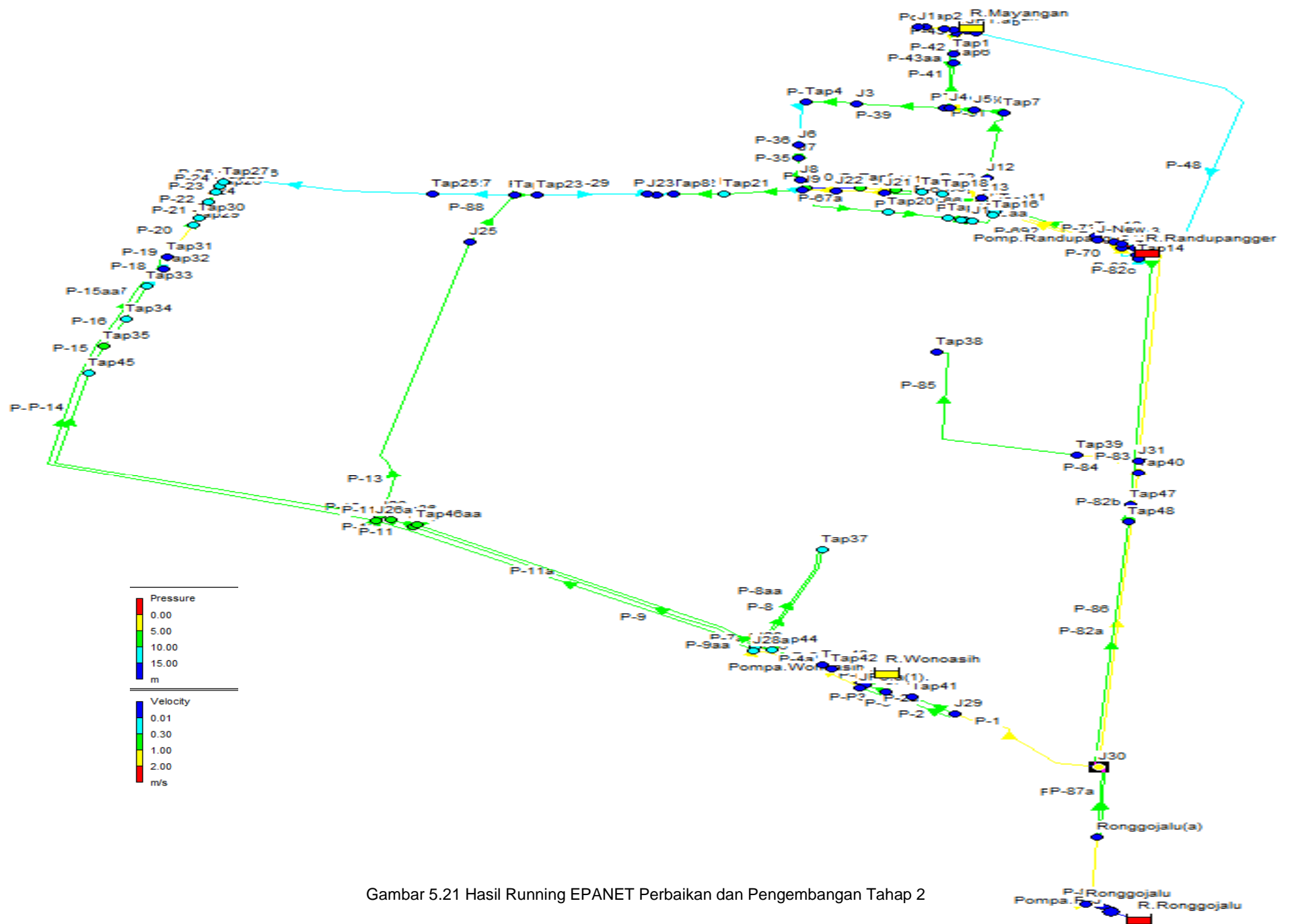
Pipa paralel yang selanjutnya diberi nama P-69aa berfungsi sebagai pembagi debit aliran yang masuk kedalam pipa P-69 dari arah pipa P-70. Dengan terbaginya debit yang masuk ke dalam pipa P-69, kehilangan tekanan yang awalnya sebesar 17,39 m setelah dipasang pipa paralel menurun menjadi 10,72 m. Poin pentingnya adalah titik-titik tapping setelah pipa P-69 memiliki nilai sisa tekan yang lebih besar. Dengan cara yang sama dilakukan perbaikan pada pipa-pipa yang masih bermasalah dengan tujuan agar titik-titik *tapping* memiliki nilai sisa tekan lebih dari 10 m dan aliran dalam pipa lebih besar dari 0,3 m/s. Berikut hasil perbaikan dan pengembangan jaringan pipa distribusi Kota Probolinggo pada Tahap 2 yang dapat dilihat pada Gambar 5.21.

Disajikan pula informasi tentang detail kondisi dari masing-masing titik tapping dan Junction pada Tabel 5.39 serta kondisi pipa pada Tabel 5.40 setelah adanya pengembangan tahap 2.

Tabel 5.39 Detail Node-Hasil Running EPANET pengembangan Tahap 2

NodeID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
J01	7	0	28,07	21,07
J02	6	0	31,03	25,03
J03	9	0	28,05	19,05
J04	10	0	29,14	19,14
J05	10	0	29,56	19,56
J06	11	0	26,35	15,35
J07	11	0	27,32	16,32
J08	12	0	27,91	15,91
J09	13	0	28,04	15,04
J10	13	0	21,58	8,58
J11	15	0	24,93	9,93
J12	13	0	32,26	19,26
J13	15	0	32,39	17,39
J14	16	0	33,36	17,36
J15	15	0	28,39	13,39
J16	15	0	38,09	23,09
J17	15	0	38,43	23,43
J18	15	0	29,94	14,94
J19	15	0	29,81	14,81
J20	15	0	29,1	14,1
J21	15	0	32,11	17,11
J22	12	0	30,46	18,46
J23	8	0	25,53	17,53





Gambar 5.21 Hasil Running EPANET Perbaikan dan Pengembangan Tahap 2

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

Lanjutan Tabel 5.39 Detail Node-Hasil Running EPANET pengembangan Tahap 2

NodeID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
J25	13	0	28,2	15,2
J26	37	0	44,78	7,78
J26a	37	0	44,79	7,79
J28	40	0	52,7	12,7
J28a	40	0	52,84	12,84
J29	38	0	57,18	19,18
J30	36	0	66,16	30,16
J31	22	0	47,49	25,49
J-New	15	0	37,17	22,17
JP1.a	5	0	41,72	36,72
JP1.b	5	0	41,71	36,71
JP2.a	15	0	38,47	23,47
JP2.b	15	0	38,55	23,55
JP3.a	39	0	55,07	16,07
JP3.a(1)	39	0	55,04	16,04
JP3.b	39	0	55,09	16,09
Ronggojalu	42	0	97,41	55,41
Ronggojalu(a)	39	0	71,19	32,19
Tap01	8	16,04	26,26	18,26
Tap02	7	24,15	28,07	21,07
Tap03	6	3,88	29,75	23,75
Tap04	6	21,2	25,85	19,85
Tap05	10	18,38	28,98	18,98
Tap06	8	7,22	26,27	18,27
Tap07	12	10,83	29,69	17,69

Lanjutan Tabel 5.39 Detail Node-Hasil Running EPANET pengembangan Tahap 2

NodeID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Tap08	9	21,11	25,56	16,56
Tap09	13	20,66	21,58	8,58
Tap10	15	24,02	25,46	10,46
Tap11	14	31,49	28,39	14,39
Tap12	14	18,41	33,13	19,13
Tap13	15	16,21	38,03	23,03
Tap14	14	13,86	38,51	24,51
Tap15	15	13,74	38,43	23,43
Tap16	15	8,96	29,1	14,1
Tap17	17	26,44	28,45	11,45
Tap18	17	18,13	27,3	10,3
Tap19	16	26,04	26,01	10,01
Tap20	14	26,65	26,58	12,58
Tap21	12	5,09	26,44	14,44
Tap22	9	13,25	25,53	16,53
Tap23	9	6,77	25,53	16,53
Tap24	9	1,87	25,74	16,74
Tap25	10	3,74	25,65	15,65
Tap26	11	5,38	25,65	14,65
Tap27	11	2,66	25,65	14,65
Tap28	11	2,66	25,65	14,65
Tap29	13	7,63	26,38	13,38
Tap30	13	3,24	26,08	13,08
Tap31	15	1,78	32,29	17,29
Tap32	15	1,78	32,29	17,29

Lanjutan Tabel 5.39 Detail Node-Hasil Running EPANET pengembangan Tahap 2

NodeID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Tap33	18	3,55	32,32	14,32
Tap34	20	4,74	32,73	12,73
Tap35	25	7,42	33,68	8,68
Tap36	37	35,44	44,81	7,81
Tap37	33	22,77	46,32	13,32
Tap38	22	12,04	37,02	15,02
Tap39	23	6,85	44,41	21,41
Tap40	23	23,83	48,06	25,06
Tap41	38	5,78	55,56	17,56
Tap42	38	1,56	54,28	16,28
Tap43	38	6,32	54,2	16,2
Tap44	39	1,26	52,92	13,92
Tap45	25	14,93	36,74	11,74
Tap46	37	18,76	45,11	8,11
J46aa	37	0	45,12	8,12
Tap47	30	2,77	51,06	21,06
Tap48	30	2,27	52,85	22,85
ResvrR.Mayangan	5	-80,98	5	0
ResvrR.Randupangger	15	-93,53	15	0
ResvrR.Ronggojalu	42	-316,36	42	0
ResvrR.Wonoasih	39	-102,68	39	0

Titik tapping/junction baru tahap 1

Titik tapping/junction baru tahap 2

Sumber: Hasil Running EPANET

Tabel 5.40 Detail Link-Hasil Running EPANET pengembangan Tahap 2

LinkID	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm	LPS	m/s	m/km
P-01	1475	254	-57,89	1,14	6,09
P-02	316	152,4	-13,74	0,75	5,11
P-02a	578	254	44,15	0,87	3,69
P-03	252	152,4	-7,96	0,44	1,86
P-04	84	152,4	19,09	1,05	9,4
P-04a	539	381	135,69	1,19	4,09
P-05	10	152,4	17,54	0,96	8,03
P-06	364	152,4	11,22	0,62	3,51
P-07	81	152,4	9,96	0,55	2,82
P-07a	15	254,2	73,33	1,44	9,4
P-08	1194	152,4	14,06	0,77	5,34
P-08aa	1194	127	8,71	0,69	5,34
P-09	2568	152,4	-10,22	0,56	2,95
P-09aa	2568	279,4	-50,3	0,82	2,95
P-11	207	152,4	-6,99	0,38	1,46
P-11a	2796	304,8	62,36	0,85	2,88
P-11aa	207	279,4	34,77	0,57	1,49
P-12	21	152,4	-6,32	0,35	1,21
P-12a	15	254,2	-18,73	0,37	0,75
P-12aa	10	254	-15,53	0,31	0,53
P-13	3270	152,4	-13,68	0,75	5,07
P-14	2231	152,4	-11,37	0,62	3,6
P-14a	2231	254	43,63	0,86	3,61
P-15	374	152,4	-17,72	0,97	8,19
P-15aa	1437	203,2	22,35	0,69	3,1

Lanjutan Tabel 5.40 Detail Link-Hasil Running EPANET Pengembangan Tahap 2

LinkID	Lenght	Diame- ter	Flow	Veloci ty	Unit Headloss
	m	mm	LPS	m/s	m/km
P-16	317	152,5	-10,3	0,56	2,99
P-17	430	152,4	-5,56	0,3	0,96
P-18	238	152,4	-2,01	0,11	0,15
P-19	78	152,4	-0,23	0,01	0
P-20	536	152,4	-20,79	1,14	11,01
P-21	65	152,4	-13,16	0,72	4,72
P-22	117	152,4	-9,93	0,54	2,8
P-23	145	203,2	-9,93	0,31	0,69
P-24	10	203,2	-4,55	0,14	0,16
P-25	79	203,2	-1,88	0,06	0,03
P-26	1333	203,2	0,78	0,02	0,01
P-27	517	203,2	-4,52	0,14	0,16
P-28	139	154,2	-7,29	0,39	1,49
P-29	729	203,2	-0,53	0,02	0
P-30	44	254	-0,53	0,01	0
P-31	67	254	12,73	0,25	0,43
P-32	334	254	33,84	0,67	2,65
P-33	466	254	38,92	0,77	3,43
P-34	134	152,4	5,1	0,28	0,96
P-35	254	127	5,1	0,4	2,33
P-36	140	101,6	-5,1	0,63	6,91
P-37	521	152,4	-5,1	0,28	0,96
P-38	321	152,4	-16,09	0,88	6,85
P-39	554	203,2	-16,09	0,5	1,69

Lanjutan Tabel 5.40 Detail Link-Hasil Running EPANET Pengembangan Tahap 2

LinkID	Lenght	Diame-ter	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm	LPS	m/s	m/km
P-40	23	203,2	-34,47	1,06	6,92
P-41	515	127	-8,17	0,65	5,58
P-42	114	127	-0,96	0,08	0,11
P-43	275	127	15,08	1,19	17,35
P-43aa	904	254	32,44	0,64	2,08
P-44	67	152,4	-28,03	1,54	19,15
P-45	115	152,4	-24,15	1,32	14,53
P-46	27	152,4	0	0	0
P-47	89	152,4	-75,55	4,14	120,11
P-48	3958	152,4	-5,43	0,3	0,92
P-49	142	152,4	-10,2	0,56	2,95
P-50	173	203,2	-10,2	0,31	0,73
P-51	791	203,2	21,03	0,65	3,25
P-52	276	304,8	21,03	0,29	0,45
P-53	206	203,2	62,81	1,94	24,68
P-54	140	203,2	44,68	1,38	13,13
P-55	170	203,2	20,66	0,64	3,15
P-56	262	152,4	20,66	1,13	12,78
P-57	335	152,4	0	0	0
P-58	210	254	74,9	1,48	11,53
P-59	348	304,8	74,9	1,03	4,75
P-60	555	355,6	74,9	0,75	2,24
P-61	5	152,4	0	0	0
P-62	263	152,4	8,96	0,49	2,72



Lanjutan Tabel 5.40 Detail Link-Hasil Running EPANET Pengembangan Tahap 2

LinkID	Lenght	Diame-ter	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm	LPS	m/s	m/km
P-63	20	127	8,96	0,71	6,62
P-64	10	127	48,26	3,81	149,52
P-65	71	127	21,82	1,72	34,37
P-66	193	203,2	57,22	1,76	17,68
P-67	348	127	-4,22	0,33	1,64
P-67a	768	254	-30,87	0,61	1,9
P-68	27	203,2	83,84	2,59	35,87
P-69	870	355,6	-107,72	1,08	4,39
P-69aa	1013	355,6	108,24	1,09	3,77
P-70	269	457,2	-215,96	1,32	4,68
P-71	118	203,2	0	0	0
P-72	690	203,2	-31,49	0,97	6,87
P-73	304	203,2	49,9	1,54	16,12
P-74	2	203,2	66,11	2,04	27,14
P-75	15	203,2	60,69	1,87	23,16
P-76	5	457,2	280,94	1,71	7,62
P-79	50	203,2	4,29	0,13	0,17
P-80	115	203,2	-9,44	0,29	0,74
P-81	2484	457,2	-187,41	1,14	3,6
P-82a	2355	203,2	-28,34	0,87	5,65
P-82b	370	203,2	26,07	0,8	4,84
P-82c	3188	203,2	-23,3	0,72	3,94
P-83	132	457,2	-206,3	1,26	4,3
P-84	334	152,4	-18,89	1,04	9,22

Lanjutan Tabel 5.40 Detail Link-Hasil Running EPANET Pengembangan Tahap 2

LinkID	Lenght	Diamet er	Flow	Veloc ity	Unit Headloss
	m	mm	LPS	m/s	m/km
P-85	1846	152,4	-12,04	0,66	4
P-86	3439	457,2	-230,13	1,4	5,26
P-87.1	2763	457,2	316,36	1,93	9,49
P-87.2	2762	457,2	129,71	0,79	1,82
P-87a	2763	508	-186,65	0,92	1,82
P-88	485	152,4	13,68	0,75	5,07
P-P1	10	152,4	5,43	0,3	0,92
P-P2	10	457,2	280,94	1,71	7,62
P-P3	10	152,4	-7,96	0,44	1,86
P-P3a	15	381	91,54	0,8	1,98
Pompa.R-J	#N/A	#N/A	316,36	0	-55,41
Pompa Wonoasih	#N/A	#N/A	102,68	0	-16,07
Pomp Randupangger	#N/A	#N/A	93,53	0	-23,55
Pompa Mayangan	#N/A	#N/A	80,98	0	-36,72
		Pipa baru tahap 1			
		Pipa baru tahap 2			

Sumber: Hasil Running EPANET

### 5.8.3 Strategi Sistem Pemompaan Pengembangan Tahap 2

Berdasarkan Tabel 5.32 diketahui bahwa kebutuhan air rata-rata Kota Probolinggo pada tahap 2 sebesar 329,46 l/s dan 570,08 l/s pada saat jam beban puncak. Sistem pemompaan yang ada pada saat pengembangan tahap 1 berupa pemompaan sebesar 360 l/s yang berasal dari rumah pompa Ronggojalu (jam rata-rata) dan 185 l/s berasal dari tiga rumah pompa pembantu (Mayangan,

Randupangger, dan Wonoasih). Dengan kondisi demikian maka pemompaan yang dilakukan dari Rumah Pompa Ronggojalu tidak mampu memenuhi kebutuhan air meski pada saat jam rata-rata. Sehingga perlu adanya pompa tambahan yang dioperasikan pada saat jam rata-rata dengan kekurangan debit sebesar 32,46 l/s (asumsi efisiensi pompa 100%).

Dari Tabel 2.6 diketahui bahwa masih tersisa 2 pompa cadangan dengan kapasitas pemompaan masing-masing sebesar 60 l/s. Jika Pompa cadangan ini ikut dioperasikan pada saat jam rata-rata maka total pemompaan dari rumah pompa Ronggojalu sebesar 420 l/s (asumsi efisiensi pompa 100%). Dengan pemompaan total 420 l/s maka kebutuhan air total seluruh Kota mampu terpenuhi baik pada jam rata-rata maupun jam beban puncak ( $420 \text{ l/s} + 185 \text{ l/s} = 605 \text{ l/s} \gg 570 \text{ l/s}$ ).

Pemilihan penambahan pompa diambil dari pompa cadangan yang berada di rumah pompa Ronggojalu dikarenakan pompa yang berada pada rumah pompa pembantu masing-masing hanya terdapat 2 buah pompa (1 aktif dan 1 cadangan). Apabila kedua pompa menjadi aktif dioperasikan, kondisi yang seperti ini akan menyebabkan kesulitan pada saat operasional dan pemeliharaan apabila salah satu pompa rusak.

### **5.9 *Bill of Quantity* dan Rencana Anggaran Biaya**

Tahap terakhir dari perencanaan pengembangan kali ini yaitu perhitungan BOQ dan RAB. Pada perhitungan ini harga-harga didasarkan pada harga pada tahun perencanaan dan harga satuan pokok wilayah terkait, untuk perhitungannya digunakan harga satuan pokok daerah Probolinggo dan harga dari beberapa wilayah untuk *item-item* yang tidak bisa didapat di daerah Probolinggo maupun sekitarnya. Dalam menentukan jenis dan volume pipa maupun aksesoris pipa yang dibutuhkan didasarkan pada gambar-gambar detail yang termuat pada lampiran buku ini. Berikut perhitungan BOQ dan RAB masing-masing pekerjaan pada pengembangan tahap 1 dan tahap 2.

### 5.9.1 Pekerjaan *Tapping* Baru










Jaringan distribusi Kota Probolinggo yang ada saat ini belum memiliki blok-blok pelayanan khusus, sehingga belum terdapat tapping dari masing-masing blok pelayanan. Pada perencanaan kali ini pembuatan tapping pada tiap-tiap blok, pengerjaannya dilakukan pada pengembangan tahap 1. Hal ini ditujukan demi kelancaran operasional di masa yang akan datang serta dalam mempermudah pemeliharaan dan pemantauan jaringan pipa. Diameter pipa dan aksesoris tapping menggunakan diameter yang mudah diperoleh dipasaran. Pada perencanaan ini digunakan diameter 6" (152,4mm).

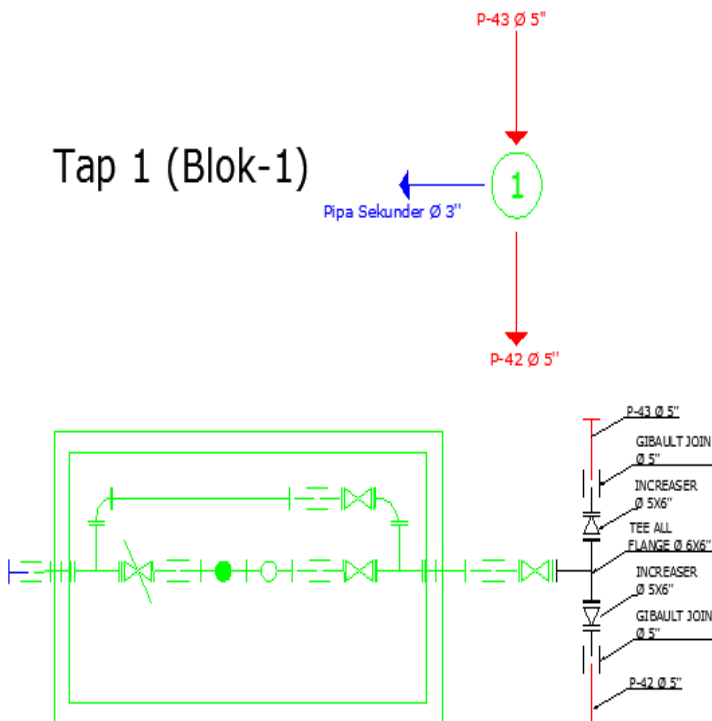
Dalam pembuatan tapping terhadap sutau blok diperlukan beberapa aksesoris pipa yang harus ada seperti halnya:

- Gate Valve
- Gibolt Join
- tee (tee all flange)
- Quadrina
- Meter air
- Check Valve
- Bend with variant angle
- Flange with thrust
- dll.

sebagai contoh berikut detail tapping untuk blok 1 pada Gambar 5.22.

Keterangan:

-  : GATE VALVE
-  : GIBOLT JOIN
-  : FLANGE WITH THRUST
-  : TEE ALL FLANGE
-  : QUADRINA CASE
-  : METE AIR
-  : CHECK VALVE
-  : BEND FLANGE 90°
-  : PIPA FLANGE



Gambar 5.22 Detail Junction Tapping Blok 1

Untuk gambar detail dari seluruh *tapping* blok dapat dilihat pada bagian lampiran buku ini.

Dari keseluruhan gambar detail *tapping* blok, selanjutnya dapat dihitung kebutuhan biaya untuk pengadaan dan pengerjaannya. Berikut rincian pekerjaan dan anggaran biaya untuk pekerjaan *Tapping* Blok yang dapat dilihat pada Tabel 5.41.

Tabel 5.41 Rincian Anggaran Biaya Pekerjaan Tapping Blok Pengembangan Tahap 1

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	KOEF.	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp)	HARGA TOTAL (Rp)
A	Pekerjaan Tahap 1					
<b>1</b>	<b>Pekerjaan Tapping Blok</b>					
<b>1.1</b>	<b>Pengadaan Aksesoris Tapping Blok</b>					
-	Bend Flange 90° 6"	buah		101	551.600,00	55.711.600,00
-	Check Valve 6"	buah		48	3.061.500,00	146.952.000,00
-	Flange with Trust 6"	buah		96	588.000,00	56.448.000,00
-	Gate valve 6"	buah		144	2.423.000,00	348.912.000,00
-	Gibault Joint 10"	buah		9	1.520.000,00	13.680.000,00
-	Gibault Joint 12"	buah		1	1.650.000,00	1.650.000,00
-	Gibault Joint 18"	buah		2	2.150.000,00	4.300.000,00
-	Gibault Joint 5"	buah		9	200.000,00	1.800.000,00
-	Gibault Joint 6"	buah		283	615.000,00	174.045.000,00
-	Gibault Joint 8"	buah		30	1.210.000,00	36.300.000,00
-	Increaser/Reducer 10"x6"	buah		9	1.541.000,00	13.869.000,00
-	Increaser/Reducer 12"x6"	buah		1	2.165.876,00	2.165.876,00
-	Increaser/Reducer 18"x6"	buah		2	4.198.654,00	8.397.308,00

Lanjutan Tabel 5.41 Rincian Anggaran Biaya Pekerjaan Tapping Blok Pengembangan Tahap 1

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	KOEF.	VOLUME	HARGA SATUAN	HARGA TOTAL
-	Increaser/Reducer 5"x6"	buah		10	250.657,00	2.506.570,00
-	Increaser/Reducer 8"x6"	buah		32	398.655,00	12.756.960,00
-	Meter Air 6"	buah		48	5.655.000,00	271.440.000,00
-	Quadrina 6"	buah		48	2.543.852,00	122.104.896,00
-	Tee All Flange 6"	buah		149	638.700,00	95.166.300,00
-	Box beton Pracetak 1m x 1m x 1m	buah		48	1.500.000,00	72.000.000,00
<b>Jumlah</b>						<b>1.440.205.510,00</b>
<b>1.2</b>	<b>Pemasangan Tapping Blok</b>					
1.2.1	1 m <sup>3</sup> Galian Tanah biasa 2 meter	m3		48		
-	Pekerja	oh	0,900	43,2	55.000,00	2.376.000,00
-	Mandor	oh	0,040	1,92	85.000,00	163.200,00
1.2.2	1 m' pemasangan aksesoris pipa	m		48		
A	Tenaga					
-	Pekerja	Oh	0,135	6,48	55.000,00	356.400,00
-	Tukang Batu	Oh	0,225	10,8	75.000,00	810.000,00
-	Kepala Tukang	Oh	0,023	1,08	80.000,00	86.400,00

Lanjutan Tabel 5.41 Rincian Anggaran Biaya Pekerjaan Tapping Blok Pengembangan Tahap 1

-	Mandor	Oh	0,0068	0,326	85.000,00	27.744,00
B	Bahan					
-	Perlengkapan	Hrg	0,35	16,8	202.500,00	3.402.000,00
1.2.3	1 m3 urugan kembali	m3		48		
-	Pekerja	oh	0,5	24	55.000,00	1.320.000,00
-	Mandor	oh	0,05	2,4	85.000,00	204.000,00
<b>Jumlah</b>						<b>8.745.744,00</b>
<b>Total Pengadaan dan Pekerjaan Tapping Blok</b>						<b>1.448.951.254,00</b>

Sumber: Hasil Perhitungan



Dari rincian tersebut didapatkan besarnya dana yang dibutuhkan dalam pengadaan dan pekerjaan *Tapping blok baru* nantinya sebesar Rp1.448.951.254,00.

### 5.9.2 Pekerjaan Pemasangan/Perbaikan Junction

Dalam pelaksanaan pengembangan jaringan, seiring dengan bertambahnya jumlah pipa yang ditanam tentu jumlah persimpangan (*junction*) yang dibutuhkan pun semakin bertambah atau paling tidak ada beberapa perbaikan yang perlu dilakukan. Pada pengembangan tahap 1 terdapat 10 *junction* yang perlu ditambah/diperbaiki sedangkan pada pengembangan tahap 2 terdapat 5 *Junction*. Berikut adalah nama-nama *junction* beserta kebutuhan aksesorisnya yang dapat dilihat pada tabel Tabel 5.42.

Tabel 5.42 Nama-nama Junction dan Aksesoris Tambahan Tahap 1 dan Tahap 2

Junction ID	Aksesoris tambahan	Diameter		Jumlah	Dimensi Thrust Block	
		mm	inchi		a	B
Pengembangan Tahap 1						
J9	Tee All Flange	254	10	1	1050	1090
J26	Tee All Flange	152,4	6	1	690	600
J26a	Tee All Flange	254	10	1	1050	1090
J28	Tee All Flange	152,4	6	3	690	600
J28a	Tee All Flange	254	10	1	1050	1090
J29	Tee All Flange	254	10	1	1050	1090
J30	Tee All Flange	457,2	18	2	1900	1950
J-Rongg-ojalu	Tee All Flange	457,2	18	1	1900	1950
JP3.a	Tee All Flange	406,4	16	1	1700	1730
	Increaser/Reducer	152,4 x 406,4	16x6	2	-	-
JP3.a1	Tee All Flange	254	10	1	1050	1090

Lanjutan Tabel 5.42 Nama-nama Junction dan Aksesoris Tambahan Tahap 1 dan Tahap 2

Junction ID	Aksesoris tambahan	Diameter		Jumlah	Dimensi Thrust Block	
		mm	inchi		a	b
Pengembangan Tahap 2						
Tap46.aa	Tee All Flange	254	10	1	1050	1090
J2	Tee All Flange	152,4	6	1	690	600
J4	Tee All Flange	152,4	6	1	690	600
J14	Tee All Flange	355,6	14	1	1700	1730
J-New	Tee All Flange	355,6	14	1	1700	1730

Sumber: Hasil Analisis EPANET

Setelah mengetahui *junction-junction* mana saja yang perlu ditambah maupun yang memerlukan perbaikan, langkah selanjutnya ialah menghitung anggaran biaya dari pengerjaan tiap-tiap *junction*. Sebagai contoh akan dilakukan perincian pada *Junction J-9*.

Pada pengerjaan *Junction J-9* ada beberapa pekerjaan yang perlu dilakukan diantaranya ialah pengadaan aksesoris, penggalian tanah biasa sedalam 2 m, pemasangan aksesoris pipa, pengerjaan *thrust block*, dan yang terakhir adalah pengurugan tanah kembali. Pengadaan aksesoris pipa pada *junction J-9* adalah Tee All flange diameter 10" (254 mm) sebanyak 1 buah, Volume galian tanah sebanyak 2 m<sup>3</sup> (dengan kedalaman 2 m dan luas permukaan galian seluas 1 m<sup>2</sup>) dan volume *thrust block* 0,458 m<sup>3</sup> (lihat ukuran-ukuran *thrust block* pada Tabel 3.5 dan gambar tipikal *thrust block* pada lampiran C). Untuk lebih jelasnya berikut rincian pekerjaan beserta anggaran biaya pada pekerjaan *junction J-9* yang dapat dilihat pada Tabel 5.43. Dari tabel tersebut didapatkan bahwa anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pengerjaan *junction J-9* sebesar Rp4.694.669,59.

Tabel 5.43 Rincian Pekerjaan Junction J-9

No	Uraian pekerjaan	Satuan	Koef.	Volume	Harga satuan (Rp)	Harga total (Rp)
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Pemasangan/Perbaikan Junction</b>					
<b>2.1</b>	<b>Junction J-9</b>					
2.1.1	Pengadaan Aksesoris Junction J-9					
-	Tee All Flange $\varnothing 10''$	buah		1	4.043.882,00	4.043.882,00
2.1.2	1 m <sup>3</sup> Galian Tanah biasa 2 meter	m3		2		
-	Pekerja	oh	0,900	1,8	55.000,00	99.000,00
-	Mandor	oh	0,040	0,08	85.000,00	6.800,00
2.1.3	1 m' pemasangan pipa	m		1		
a	Tenaga					
-	Pekerja	Oh	0,135	0,135	55.000,00	7.425,00
-	Tukang Batu	Oh	0,225	0,225	75.000,00	16.875,00
-	Kepala Tukang	Oh	0,023	0,023	80.000,00	1.800,00
-	Mandor	Oh	0,0068	0,007	85.000,00	578,00
b	Bahan					
-	Perlengkapan	Hrg	0,35	0,35	202.500,00	70.875,00
2.1.4	Pengerjaan Thrust Block Beton K-300	m3		0,458		

LanjutanTabel 5.43 Rincian Pekerjaan Junction J-9

No	Uraian pekerjaan	Satuan	Koef.	Volume	Harga satuan (Rp)	Harga total (Rp)
a	Tenaga					
-	Pekerja	Oh	1,65	0,755	55.000,00	41.545,35
-	Tukang Batu	Oh	0,275	0,126	75.000,00	9.442,13
-	Kepala Tukang	Oh	0,028	0,013	80.000,00	1.025,47
-	Mandor	Oh	0,083	0,038	85.000,00	3.229,78
b	Bahan					
-	Semen Portland	Kg	413	189,071	1.200,00	226.885,68
-	Pasir Beton (Lumajang)	Kg	681	311,762	142,86	44.537,40
-	Batu Pecah Mesin 2/3	Kg	1021	467,414	185,19	86.558,11
-	Air	Ltr	215	98,427	25,00	2.460,68
2.1.5	1 m3 urugan kembali	m3		1		
-	Pekerja	oh	0,5	0,5	55.000,00	27.500,00
-	Mandor	oh	0,05	0,05	85.000,00	4.250,00
<b>Jumlah</b>						<b>4.694.669,59</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Dengan cara dan langkah yang sama dengan perincian pekerjaan *junction* J-9, juga dilakukan perincian pada pekerjaan *junction* yang lain. Berikut total anggaran biaya dari seluruh pemasangan/perbaikan *junction* pada pengembangan tahap 1 dan Tahap 2 yang dapat dilihat pada *Tabel 5.44* dibawah ini.

Tabel 5.44 Tabulasi Total Anggaran Biaya Pemasagan/Perbaikan *Junction* Tahap 1 dan Tahap 2

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Pengerjaan (Rp)
<b>Pengembangan Tahap 1</b>		
1	Junction J-9	4.694.669,59
2	Junction J-26	1.024.168,59
3	Junction J-26a	4.694.669,59
4	Junction J-28	2.602.299,78
5	Junction J-28a	4.694.669,59
6	Junction J-29	4.694.669,59
7	Junction J-30	11.313.429,19
8	Junction Ronggojalu	1.580.766,10
9	Junction J-P3.a	13.975.392,83
10	Junction J-P3.a1	5.215.997,59
Total Pekerjaan Pemasangan/Perbaikan Junction		54.490.732,45
<b>Pengembangan Tahap 2</b>		
1	Junction Tap46.aa	4.694.669,59
2	Junction J2	1.024.168,59
3	Junction J4	1.024.168,59
4	Junction J14	8.347.906,83
5	Junction J-New	8.347.906,83
Total Pekerjaan Pemasangan/Perbaikan Junction		23.438.820,44

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari rincian tersebut didapatkan besarnya dana yang dibutuhkan dalam Pekerjaan Pemasangan/Perbaikan Junction pada tahap 1 dan tahap 2 secara berturut-turut sebesar Rp54.490.732,45 dan Rp23.438.820,44.

### **5.9.3 Pekerjaan Pipa-pipa Paralel**

Berdasarkan strategi pengembangan pada tahap 1 dan tahap 2 didapatkan beberapa pipa yang perlu diadakan guna memperlancar jalannya aliran air agar bisa sampai kepada pelanggan di titik terjauh sekalipun. Berikut ini adalah daftar pipa baru yang diperlukan berdasarkan hasil running EPANET beserta aksesoris-aksesorisnya yang disajikan pada Tabel 5.45 untuk tahap 1 dan Tabel 5.46 Pipa Baru Pengembangan Tahap 2 untuk tahap 2. Setelah diketahui pipa-pipa baru yang dibutuhkan, langkah selanjutnya yaitu menghitung rincian rencana anggaran biaya untuk pengerjaannya. Sebagai contoh akan dilakukan perincian pada pipa P-02a.

Pipa P-02a merupakan pipa yang membentang di jalan Ir. Sutami hingga titik pemompaan rumah pompa pembantu Wonoasih. Pipa yang berdiameter 10” ini memiliki panjang sebesar 578 m dengan posisi galian berada di tepi jalan berasapal, dengan demikian artinya pada saat dilakukan penanaman pipa tidak dibutuhkan untuk melakukan pembersihan lahan ataupun pembongkaran lahan. Dalam pekerjaan pipa P-02a terdapat beberapa sub-kegiatan pekerjaan seperti pengadaan pipa dan aksesoris pipa, pemasangan pipa dan aksesoris pipa, serta pekerjaan beton thrust block (ada beberapa pipa tidak membutuhkan pekerjaan thrust block yang sesuai dengan Tabel 5.45 dan Tabel 5.46)

#### **a. Pengadaan Pipa**

Kegiatan pengadaan pipa dilakukan berdasarkan satuan yang ada dipasaran yang biasanya dinyatakan dalam satuan batang atau lonjor. Sedangkan untuk jenis pipa yang digunakan akan disesuaikan dengan kondisi lapangan dan jenis pipa utama yang telah terpasang sebelumnya. Pemilihan jenis ini bertujuan agar mempermudah dalam proses pemasangan/penyambungan

Tabel 5.45 Pipa Baru Pengembangan Tahap 1

Tabel 6.16 Pipa Duct Pengembangan Kanal										
Nama Pipa	Pan-jang	Jenis Pipa	Diameter		Jenis Galian Tanah	Thrust Block				Jemba-tan Pipa
	m		In-chi	mm		Aksesoris		Dimensi (mm)		Bentang (m)
						Jenis	Diameter (inchi)	a	b	
P-02a	578	PVC	10	254	Tepi Jalan Beraspal	Bend 22,5°	10	650	690	7
						Increaser/Reducer	10x16	-	-	
						Bend 90°	10	1250	1300	
P-04a	539	PVC	16	381	Tepi Jalan Beraspal	Bend 22,5°	10	650	690	-
						Increaser/Reducer	10x16	-	-	
P-07a	15	PVC	10	254	Tepi Jalan Beraspal	Increaser/Reducer	10x6	-	-	-
P-11a	2796	PVC	12	304,8	Tepi Jalan Beraspal	Increaser/Reducer	10x12	-	-	-
						Increaser/Reducer	10x12	-	-	
P-12a	15	PVC	10	254	Tepi Jalan Beraspal	Increaser/Reducer	10x6	-	-	-
P-14a	2231	PVC	10	254	Tepi Jalan Beraspal	Bend 11,25°	10	450	500	-
						Bend 90°	10	1250	1300	

Lanjutan Tabel 5.45 Pipa Baru Pengembangan Tahap 1

Nama Pipa	Pan- jang	Jenis Pipa	Diameter		Jenis Galian Tanah	Thrust Block				Jemba- tan Pipa
	m		In- chi	Mm		Aksesoris		Dimensi (mm)		Bentang (m)
						Jenis	Diameter (inchi)	a	b	
						Increaser/ Reducer	10x6	-	-	
P-67a	768	PVC	10	254	Jalan Beraspal	Increaser/ Reducer	10x6	-	-	-
						Bend 90°	10	1250	1300	
P-87a	2763	Pipa Baja	20	508	Tepi Jalan Beraspal	Bend 45°	20	1850	1900	13
						Bend 45°	20	1850	1900	12
						Bend 90°	20	2500	2590	11
						Bend 90°	20	2500	2590	
						Bend 90°	20	2500	2590	
						Increaser/ Reducer	18x20	-	-	
						Increaser/ Reducer	18x20	-	-	
P-P3a	15	Pipa Baja	16	381	Jalan Rintisan	-	-	-	-	-

Sumber: Hasil Analisis Running EPANET dan Pengamatan Lapangan



Tabel 5.46 Pipa Baru Pengembangan Tahap 2

Nama Pipa	Panjang	Jenis Pipa	Diameter		Jenis Galian Tanah	Thrust Block			
	m		Inchi	mm		Aksesoris		Dimensi (mm)	
						Jenis	Diameter (inchi)	a	B
P-08aa	1194	PVC	5	127	Tepi Jalan Beraspal	Increaser /Reducer	6x5	-	-
						Increaser /Reducer	6x5		
P-09aa	2568	PVC	12	279,4	Tepi Jalan Beraspal	Increaser/ Reducer	12x6	-	-
						Increaser/ Reducer	12x10		
P-11aa	207	PVC	12	279,4	Tepi Jalan Beraspal	Increaser/ Reducer	12x10	-	-
						Increaser /Reducer	12x6		
P-12aa	10	PVC	10	254	Tepi Jalan Beraspal	Increaser/ Reducer	10x6	-	-
P-15aa	1437	PVC	8	203,2	Tepi Jalan Beraspal	Bend 90°	8	1000	1040
						Bend 90°	8	1000	1040
P-43aa	904	PVC	10	254	Tepi Jalan Beraspal	Increaser /Reducer	10x6	-	-
						Increaser/ Reducer	10x6		
P-69aa	1013	Pipa Baja	14	355,6	Jalan Beraspal	Bend 90°	14	2000	2070
						Bend 90°	14	2000	2070

dengan pipa lama (eksisting). Dari informasi tabel Tabel 5.45 dan Tabel 5.46, pipa yang digunakan adalah jenis PVC dan pipa Pipa baja. Untuk pipa PVC akan digunakan PVC jenis AW dengan panjang 4 m per batang/lonjor sedangkan untuk pipa baja akan digunakan jenis pipa baja *Seamless* dengan pajang 6 m per batang/lonjor.

Untuk pengadaan pipa P-02a misalnya, pipa ini menggunakan pipa jenis PVC dengan diameter 10" dan panjang sebesar 578 m. Sehingga kebutuhan untuk pengadaan pipa ini sebanyak:

- Panjang pipa per lonjor : 4 m (Jenis PVC)
- Panjang pipa P-02a : 578 m
- Kebutuhan (dalam lonjor) :  $578 / 4 = 144,5$  lonjor
- Pembulatan : 145 Lonjor
- Harga perLonjor PVC 10" : Rp. 1.462.700,00
- Harga Total : Rp. 211.360.150,00

Pada jalur pipa P-02a ini juga dibutuhkan aksesoris berupa Bend Flange 90°, Bend Flange 22,5°, dan Increaser/Reducer  $\varnothing 10" \times 16"$  (lihat Tabel 5.45). Total biaya untuk pengadaan pipa dan aksesoris pipa P-02a seluruhnya dapat dilihat pada Tabel 5.47

Tabel 5.47 Anggaran Biaya Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa P-02a

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing 10"$	lonjor	145	1.462.700,00	211.360.150,00
2	Bend Flange 22,5° $\varnothing 10"$	buah	1	970.450,00	970.450,00
3	Increaser/ Reducer $\varnothing 10" \times 16"$	buah	1	3.543.210,00	3.543.210,00
4	Bend Flange 90° $\varnothing 10"$	buah	1	3.229.000,00	3.229.000,00
<b>Jml</b>	<b>219.102.810,00</b>				

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Dengan cara dan langkah yang sama dengan perhitungan anggaran biaya diatas, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk pengadaan pipa-pipa yang lain. Berikut daftar pipa beserta aksesoris pipa yang akan diadakan pada tahap 1 dan tahap 2 yang akan disajikan pada Tabel 5.48.

Tabel 5.48 Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa-pipa Paralel Tahap 1

No	Uraian Kegiatan/Item	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Pengadaan Pipa P-02a dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing$ 10"	lonjor	2	1.462.700,00	2.559.725,00
-	Bend Flange 22,5° $\varnothing$ 10"	buah	1	970.450,00	970.450,00
-	Increaser/Reducer $\varnothing$ 10"x16"	buah	1	3.543.210,00	3.543.210,00
-	Bend Flange 90° $\varnothing$ 10"	buah	1	3.229.000,00	3.229.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>10.302.385,00</b>
2	Pengadaan Pipa P-04a dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing$ 16"	lonjor	135	6.308.150,00	850.023.212,50
-	Bend Flange 22,5° $\varnothing$ 10"	buah	1	970.450,00	970.450,00
-	Increaser/Reducer $\varnothing$ 10"x16"	buah	1	3.543.210,00	3.543.210,00
<b>Jumlah</b>					<b>854.536.872,50</b>
3	Pengadaan Pipa P-07a dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing$ 10"	lonjor	4	1.462.700,00	5.485.125,00
-	Increaser/Reducer $\varnothing$ 10"x6"	buah	1	1.541.000,00	1.541.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>7.026.125,00</b>

Lanjutan Tabel 5.48 Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa-pipa Paralel Tahap 1

No	Uraian Kegiatan/Item	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
4	Pengadaan Pipa P-11a dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing$ 12"	lonjor	699	2.117.900,00	1.480.412.100,00
-	Increaser/Reducer $\varnothing$ 10"x12"	buah	2	2.545.441,00	5.090.882,00
<b>Jumlah</b>					1.485.502.982,00
5	Pengadaan Pipa P-12a dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing$ 10"	lonjor	4	1.462.700,00	5.485.125,00
-	Increaser/Reducer $\varnothing$ 10"x6"	buah	1	1.541.000,00	1.541.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>7.026.125,00</b>
6	Pengadaan Pipa P-14a dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing$ 10"	lonjor	558	1.462.700,00	815.820.925,00
-	Bend Flange 90° $\varnothing$ 10"	buah	1	3.229.000,00	3.229.000,00
-	Bend Flange 11,25° $\varnothing$ 10"	buah	1	832.000,00	832.000,00
-	Increaser/Reducer $\varnothing$ 10"x6"	buah	1	1.541.000,00	1.541.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>821.422.925,00</b>
7	Pengadaan Pipa P-67a dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing$ 10"	lonjor	192	1.462.700,00	280.838.400,00

Lanjutan Tabel 5.48 Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa-pipa Paralel Tahap 1

No	Uraian Kegiatan/Item	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
-	Bend Flange 90° $\varnothing$ 10"	buah	1	3.229.000,00	Rp3.229.000,00
-	Increaser/Reducer $\varnothing$ 10"x6"	buah	1	1.541.000,00	Rp1.541.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>285.608.400,00</b>
8	Pengadaan Pipa P-87a dan Aksesoris				
-	Pipa Baja SCH 40 $\varnothing$ 20"	lonjor	461	15.496.000,00	7.135.908.000,00
-	Bend Flange 90° $\varnothing$ 20"	buah	3	6.376.000,00	Rp19.128.000,00
-	Bend Flange 45° $\varnothing$ 20"	buah	2	4.320.000,00	Rp8.640.000,00
-	Increaser/Reducer $\varnothing$ 20"x18"	buah	2	4.576.890,00	Rp9.153.780,00
<b>Jumlah</b>					<b>7.172.829.780,00</b>
9	Pengadaan Pipa P-P3a dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing$ 16"	lonjor	4	6.308.150,00	23.655.562,50
<b>Jumlah</b>					<b>23.655.562,50</b>
<b>Jumlah</b>					<b>10.667.911.157,00</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.49 Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa-pia Paralel Tahap 2

No	Uraian Kegiatan/Item	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Pengadaan Pipa P-08aa dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW 5"	lonjor	299	419.400,00	125.190.900,00
-	Increaser/Reducer 6"x5"	buah	2	142.753,00	285.506,00
<b>Jumlah</b>					<b>125.476.406,00</b>
2	Pengadaan Pipa P-09aa dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW 12"	lonjor	642	2.117.900,00	1.359.691.800,00
-	Increaser/Reducer 12"x6"	buah	1	1.993.000,00	1.993.000,00
-	Increaser/Reducer 12"x10"	buah	1	2.684.933,00	2.684.933,00
<b>Jumlah</b>					<b>1.364.369.733,00</b>
3	Pengadaan Pipa P-11aa dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW 12"	lonjor	52	2.117.000,00	109.554.750,00
-	Increaser/Reducer 12"x6"	buah	1	1.993.000,00	1.993.000,00
-	Increaser/Reducer 12"x10"	buah	1	2.684.933,00	2.684.933,00
<b>Jumlah</b>					<b>114.232.683,00</b>
4	Pengadaan Pipa P-12aa dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW 10"	lonjor	3	1.462.700,00	3.656.750,00

Lanjutan Tabel 5.49 Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa-pia Paralel Tahap 2

No	Uraian Kegiatan/Item	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
-	Increaser/Reducer $\varnothing 10'' \times 6''$	buah	1	1.541.000,00	Rp1.541.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>5.197.750,00</b>
5	Pengadaan Pipa P-15aa dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing 8''$	lonjor	359	983.000,00	Rp353.142.750,00
-	Bend Flange 90° $\varnothing 8''$	buah	2	695.956,00	Rp1.391.912,00
<b>Jumlah</b>					<b>354.534.662,00</b>
6	Pengadaan Pipa P-43aa dan Aksesoris				
-	Pipa PVC Unilon AW $\varnothing 10''$	lonjor	226	1.462.700,00	330.570.200,00
-	Increaser/Reducer $\varnothing 10'' \times 6''$	buah	2	1.541.000,00	3.082.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>333.652.200,00</b>
7	Pengadaan Pipa P-69aa dan Aksesoris				
-	Pipa Baja SCH 40 $\varnothing 14''$	lonjor	169	6.016.400,00	1.015.768.866,67
-	Bend Flange 90° $\varnothing 14''$	buah	2	3.810.080,00	7.620.160,00
<b>Jumlah</b>					<b>1.023.389.026,67</b>
<b>Jumlah Total</b>					<b>3.320.852.460,67</b>

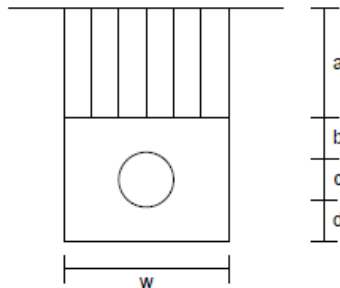
Sumber: Hasil Perhitungan

Dari rincian tersebut didapatkan besarnya dana yang dibutuhkan dalam Pengadaan Pipa dan Aksesoris pipa-pipa paralel pada tahap 1 dan tahap 2 secara berturut-turut sebesar Rp10.667.911.157,00 dan Rp3.320.852.460,67.

### **b. Pemasangan Pipa**

Analisis biaya pekerjaan pemasangan pipa akan dilakukan perincian setiap m' (meter lari). Dari informasi Tabel 5.45 dan Tabel 5.46 pada pembahasan sebelumnya diketahui terdapat 2 jenis pipa yang pemasangannya berada pada jalan beraspal sedangkan jenis pipa-pipa yang lain pemasangannya berada ditepi jalan beraspal maupun di jalan rintisan yang tidak berpaving. Dengan kata lain, untuk 2 jenis pipa yang berada pada jalan beraspal tadi dalam hal pemasangannya membutuhkan kegiatan persiapan seperti pembersihan dan perataan lahan serta diakhir pekerjaannya akan dilakukan pengasapalan kembali.

Pekerjaan pemasangan pipa meliputi Galian tanah biasa, urugan pasir padat, pemasangan pipa, urugan kembali, dan yang terakhir pengangkutan material yang tidak terpakai. Sebagai acuan dalam menghitung besarnya dari masing-masing pekerjaan tersebut berikut ilustrasi penanaman yang tersaji pada Gambar 5.23 Ilustrasi Penanaman Pipa dibawah ini.



Gambar 5.23 Ilustrasi Penanaman Pipa



Tabel 5.50 Keterangan dimensi penanaman pipa

Diameter	abcd	W	a	b	c
(mm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
50-100	100-115	55-60	65-75	15	15
150-200	120-125	65-70	75	15	15
250-300	130-135	75-80	75	15	15
350-400	140-150	85-95	75	15	15
500-600	160-170	100-110	75	15	15
600-700	180-190	120-130	75	15	15
700-900	190-200	140-150	75	15	15

Sumber: Ditjen Pekerjaan Umum

Sebagai contoh akan dilakukan analisis biaya pekerjaan pada pemasangan pipa jenis PVC Ø5" pada tanah biasa. Dari Tabel 5.50, pipa 5" (127mm) memiliki nilai W sebesar 65 cm dan kedalaman penanaman sebesar 118 cm (Besaran 118 cm didapat dari jumlah  $a + b + c + \text{diameter pipa}$ ). Sehingga volume galian tanah sepanjang 1 m untuk pipa pvc 5" sebesar 0,765 m<sup>3</sup>. Setelah dilakukan perhitungan volume galian, selanjutnya dihitung volume dari urugan pasir padat, urugan tanah kembali, dan volume tanah yang dibuang seperti berikut.

- Volume urugan tanah kembali  

$$V = W \times a \times 1\text{m}$$

$$= 0,65 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} \times 1 \text{ m}$$

$$= 0,488 \text{ m}^3$$
- Volume urugan pasir padat  

$$V = \text{Volume galian} - \text{volume urugan tanah kembali} - \text{volume pipa}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,765 \text{ m}^3 - 0,488 \text{ m}^3 - (3,14 \times r^2) \\
&= 0,265 \text{ m}^3 \text{ (dengan r adalah jari-jari pipa)} \\
- \text{ Volume Pengangkutan material sejauh } \pm 30 \text{ m} \\
V &= \text{Volume galian} - \text{Volume Urugan Kembali} \\
&= 0,765 \text{ m}^3 - 0,488 \text{ m}^3 \\
&= 0,278 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Pada HSPK Kota Probolinggo disebutkan bahwa pada pekerjaan galian tanah biasa sedalam 2 m dibutuhkan Pekerja dengan koefisien pekerjaan 0,9 orang/hari dengan harga Rp.55.000,00/Orang/hari dan Mandor dengan koefisien pekerjaan 0,04 orang/hari serta harga per orang/hari-nya sebesar Rp.85.000,00. Dengan mengalikan koefisien pekerjaan dan harga per-orang/harinya didapatkan harga total yang dibutuhkan. Agar lebih jelas berikut disajikan hasil perhitungan biaya galian tanah biasa sedalam 2 m untuk pipa pvc 5” pada Tabel 5.51.

Tabel 5.51 Galian Tanah Biasa sedalam 2 m pipa PVC 5”

No	Uraian/ Kegiatan	satuan	Koef.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Pekerja	oh	0,900	0,6885	55.000,00	37.867,50
2	Mandor	oh	0,040	0,0306	85.000,00	2.601,00
<b>Jumlah</b>						<b>40.468,50</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Dengan cara perhitungan yang sama, akan didapatkan nilai dari analisis biaya pemasangan pipa PVC 5” maupun jenis-jenis pipa dengan variasi diameter yang lain. Berikut disajikan hasil analisis pemasangan pipa per m’ dari semua jenis pipa yang dibutuhkan pada pengembangan tahap 1 dan tahap 2 pada Tabel 5.52 dan Tabel 5.53.

Tabel 5.52 Analisis Biaya Pemasangan Pipa berbagai Diameter dilokasi Tanah Biasa

Dia. Pipa (mm)	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
PVC $\varnothing 5''$	Galian tanah biasa dalam 2 m	m3	0,765	52.900,000	40.471,15
	Urugan pasir padat	m3	0,265	149.350,000	39.561,13
	Pemasangan pipa	m'	1,000	97.553,000	97.553,00
	Urugan kembali	m3	0,488	31.750,000	15.478,13
	Pengangkutan material sejauh $\pm 30$ m	m3	0,278	5.696,000	1.580,92
Harga Satuan per m'					194.644,33
Pembulatan					194.600,00
PVC $\varnothing 8''$	Galian tanah biasa dalam 2 m	m3	0,940	52.900,000	49.720,71
	Urugan pasir padat	m3	0,345	149.350,000	51.523,83
	Pemasangan pipa	m'	1,000	100.095,000	100.095,00
	Urugan kembali	m3	0,563	31.750,000	17.859,38
	Pengangkutan material sejauh $\pm 30$ m	m3	0,377	5.696,000	2.149,67
Harga Satuan per m'					221.348,59
Pembulatan					221.300,00

Lanjutan Tabel 5.52 Analisis Biaya Pemasangan Pipa berbagai Diameter dilokasi Tanah Biasa

Dia. Pipa (mm)	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
PVC ø10"	Galian tanah biasa dalam 2 m	m3	1,043	52.900,000	55.185,28
	Urugan pasir padat	m3	0,393	149.350,000	58.628,08
	Pemasangan pipa	m'	1,000	102.302,000	102.302,00
	Urugan kembali	m3	0,600	31.750,000	19.050,00
	Pengangkutan material sejauh ±30 m	m3	0,443	5.696,000	2.524,47
Harga Satuan per m'					237.689,83
Pembulatan					237.600,00
PVC ø12"	Galian tanah biasa dalam 2 m	m3	1,064	52.900,000	56.260,21
	Urugan pasir padat	m3	0,402	149.350,000	60.074,47
	Pemasangan pipa	m'	1,000	104.429,000	104.429,00
	Urugan kembali	m3	0,600	31.750,000	19.050,00
	Pengangkutan material sejauh ±30 m	m3	0,464	5.696,000	2.640,21
Harga Satuan per m'					242.453,88
Pembulatan					242.400,00

Lanjutan Tabel 5.52 Analisis Biaya Pemasangan Pipa berbagai Diameter dilokasi Tanah Biasa

Dia. Pipa (mm)	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
PVC $\varnothing$ 16"	Galian tanah biasa dalam 2 m	m3	1,359	52.900,000	71.914,91
	Urugan pasir padat	m3	0,533	149.350,000	79.603,34
	Pemasangan pipa	m'	1,000	107.496,500	107.496,50
	Urugan kembali	m3	0,713	31.750,000	22.621,88
	Pengangkutan material sejauh $\pm$ 30 m	m3	0,647	5.696,000	3.685,03
Harga Satuan per m'					285.321,65
Pembulatan					285.300,00
Pipa Baja SCH 40 $\varnothing$ 16"	Galian tanah biasa dalam 2 m	m3	1,359	52.900,000	71.914,91
	Urugan pasir padat	m3	0,533	149.350,000	79.603,34
	Pemasangan pipa	m'	1,000	117.910,500	117.910,50
	Urugan kembali	m3	0,713	31.750,000	22.621,88
	Pengangkutan material sejauh $\pm$ 30 m	m3	0,647	5.696,000	3.685,03
Harga Satuan per m'					295.735,65
Pembulatan					295.700,00

Lanjutan Tabel 5.52 Analisis Biaya Pemasangan Pipa berbagai Diameter dilokasi Tanah Biasa

Dia. Pipa (mm)	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Pipa Baja SCH 40 $\varnothing$ 20"	Galian tanah biasa dalam 2 m	m <sup>3</sup>	1,714	52.900,000	90.660,02
	Urugan pasir padat	m <sup>3</sup>	0,686	149.350,000	102.486,92
	Pemasangan pipa	m'	1,000	160.215,000	160.215,00
	Urugan kembali	m <sup>3</sup>	0,825	31.750,000	26.193,75
	Pengangkutan material sejauh $\pm$ 30 m	m <sup>3</sup>	0,889	5.696,000	5.062,60
Harga Satuan per m'					384.618,30
Pembulatan					384.600,00

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.53 Analisis Biaya Pemasangan Pipa Berbagai Diameter dilokasi Jalan Beraspal

Dia. Pipa (mm)	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
PVC $\varnothing$ 10" Pada jalan aspal	Membersihkan lapangan dan perataan	m2	0,800	2.750,00	2.200,00
	Galian tanah biasa dalam 2 m	m3	1,043	52.900,00	55.185,28
	Urugan pasir padat	m3	0,393	149.350,00	58.628,08
	Pemasangan pipa	m'	1,000	102.302,00	102.302,00
	Urugan kembali	m3	0,600	31.750,00	19.050,00
	Lapisan Perkerasan 5-10 Cm (Padat Digilas)	m2	0,800	188.106,00	150.484,80
	Pengangkutan material sejauh $\pm$ 30 m	m3	0,443	5.696,00	2.524,47
Harga Satuan per m'					390.374,63
Pembulatan					390.300,00

Sumber: Hasil Perhitungan

Lanjutan Tabel 5.53 Analisis Biaya Pemasangan Pipa Berbagai Diameter dilokasi Jalan Beraspal

Dia. Pipa (mm)	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
PVC $\varnothing$ 14" Pada jalan aspal	Membersihkan lapangan dan perataan	m2	0,950	2.750,00	2.612,50
	Galian tanah biasa dalam 2 m	m3	1,335	52.900,00	70.638,43
	Urugan pasir padat	m3	0,524	149.350,00	78.193,04
	Pemasangan pipa	m'	1,000	114.725,00	114.725,00
	Urugan kembali	m3	0,713	31.750,00	22.621,88
	Lapisan Perkerasan 5-10 Cm (Padat Digilas)	m2	0,950	188.106,00	178.700,70
	Pengangkutan material sejauh $\pm$ 30 m	m3	0,623	5.696,00	3.547,58
Harga Satuan per m'					471.039,13
Pembulatan					471.000,00

Sumber: Hasil Perhitungan



Setelah didapatkan analisis biaya pemasangan dari masing-masing jenis dan diameter pipa, langkah selanjutnya yaitu menghitung biaya total yang dibutuhkan dalam pekerjaan pemasangan pipa. Dengan mengalikan harga per m' dengan panjang total pipa maka didapatkan biaya total dari pemasangannya.

$$\text{biaya} = \text{Harga per m' x panjang pipa}$$

Sebagai contoh untuk biaya pemasangan pipa P-02a yang dilakukan pada tahap 1.

- biaya per m' pipa PVC 10" = Rp237.600,00

- Panjang pipa P-02a = 578 m

$$\text{biaya} = \text{Rp237.600,00} \times 578 \text{ m}$$

$$= \text{Rp137.332.800,00}$$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan seluruh jenis pipa baik pada pengembangan tahap 1 dan tahap 2 yang dapat dilihat pada Tabel 5.54

Tabel 5.54 Biaya Pemasangan Pipa Paralel

Nama Pipa	Panjang (m)	Jenis Pipa	Dia. (inch)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>tahap 1</b>					
P-04a	539	PVC	16	285.300,00	153.776.700,00
P-07a	15	PVC	10	237.600,00	3.564.000,00
P-11a	2796	PVC	12	242.400,00	677.750.400,00
P-12a	15	PVC	10	237.600,00	3.564.000,00
P-14a	2231	PVC	10	237.600,00	530.085.600,00
P-67a	768	PVC	10	390.300,00	299.750.400,00
P-87a	2763	Pipa Baja	20	384.600,00	1.062.649.800,00
P-P3a	15	Pipa Baja	16	295.700,00	4.435.500,00
<b>Jumlah</b>					<b>2.872.909.200,00</b>

Lanjutan Tabel 5.54 Biaya Pemasangan Pipa Paralel

Nama Pipa	Pan-jang (m)	Jenis Pipa	Dia.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>Tahap 2</b>					
P-08aa	1194	PVC	5	194.600,00	232.352.400,00
P-09aa	2568	PVC	12	242.400,00	622.483.200,00
P-11aa	207	PVC	12	242.400,00	50.176.800,00
P-12aa	10	PVC	10	237.600,00	2.376.000,00
P-15aa	1437	PVC	8	221.300,00	318.008.100,00
P-43aa	904	PVC	10	237.600,00	214.790.400,00
P-69aa	1013	Pipa Baja	14	471.000,00	477.123.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>1.917.309.900,00</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

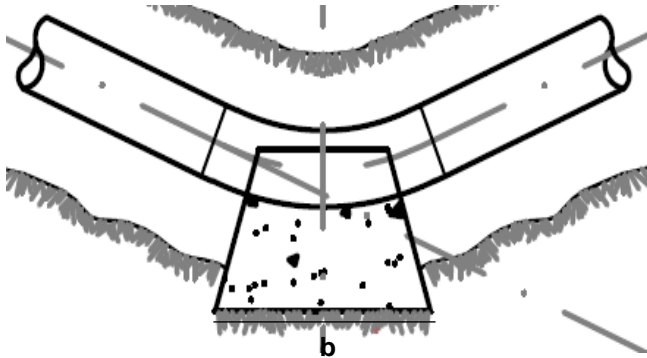
Dari rincian tersebut didapatkan besarnya dana yang dibutuhkan dalam pemasangan Pipa dan Aksesoris pipa-pipa paralel pada tahap 1 dan tahap 2 secara berturut-turut sebesar Rp2.872.909.200,00 dan Rp1.917.309.900,00.

### c. Pekerjaan *Thrust Block*

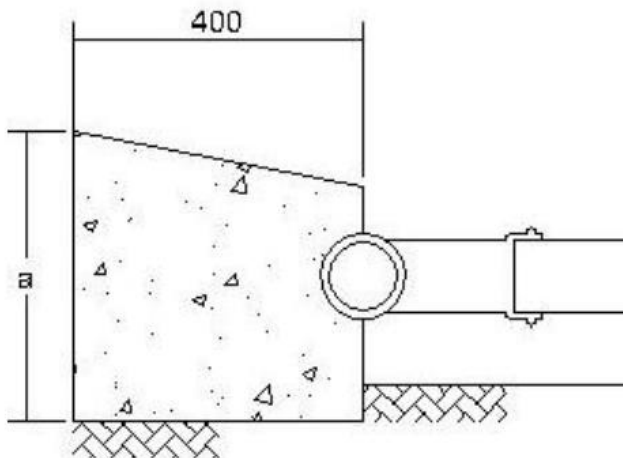
Dalam pembangunan sistem distribusi air minum, diperlukan suatu penyangga yang disebut *thrust block*. *Thrust Blok* digunakan untuk mencegah pergerakan pada aksesoris pipa dengan mengirimkan muatan yang diterima oleh pipa kedalam tanah atau batu yang berdekatan. *Thrust block* dibutuhkan manakala terjadi perubahan arah aliran, pergantian diameter pipa, di akhir pipa, pada katup-katup, serta pada tanah yang kondisi tanahnya tidak stabil.

Didalam pekerjaan pipa-pipa paralel ini, terdapat beberapa titik yang membutuhkan adanya unit *thrust blocks* seperti yang telah disebutkan sebelumnya pada Tabel 5.45 dan Tabel 5.46 (juga terdapat informasi tentang dimensi *thrust block* yang digunakan). Setelah mengetahui dimensi-dimensi dari *thrust block*, langkah selanjutnya ialah menghitung volume dari *thrust block* dan

setelah itu dapat dihitung biaya dalam pengerjaannya. Sebagai contoh akan dilakukan perhitungan volume dan biaya pada *thrust block* bend  $22,5^\circ$  yang terdapat pada jalur pipa P-02a (pengembangan tahap 1). Berikut gambar ilustrasi *thrust block* pada titik ini.



(i)



(ii)

Gambar 5.24 (i) Denah *thrust Block* Bend  $22,5^\circ$  (ii) Potongan *thrust block*

Diketahui dari Tabel 5.45 dan Gambar 5.24 diatas bahwa dimensi thrust block untuk bend jenis ini adalah:

- a = 650 mm
- b = 600 mm
- L depan = 400 mm
- V = a x b x L depan  
= 0,65 m x 0,6 m x 0,4 m  
= 0,1794 m<sup>3</sup>

Setelah didapatkan volumenya, selanjutnya yaitu menghitung biaya yang dibutuhkan. Pada perencanaan kali ini, *thrust block* akan dibangun menggunakan beton tanpa tulangan. Berikut analisis biaya untuk pengerjaan 1 m<sup>3</sup> beton berdasarkan HSPK Kota Probolinggo yang tersaji pada Tabel 5.55

Tabel 5.55 Analisis Biaya Pengerjaan 1 m<sup>3</sup> beton *Thrust Block*

No	Uraian Kegiatan	Satu-an	Koef.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
a	Tenaga					
-	Pekerja	Oh	1,65	1,650	55.000,00	90.750,00
-	Tukang Batu	Oh	0,275	0,275	75.000,00	20.625,00
-	Kepala Tukang	Oh	0,028	0,028	80.000,00	2.240,00
-	Mandor	Oh	0,083	0,083	85.000,00	7.055,00
b	Bahan					
-	Semen Portland	Kg	413	413	1.200,00	495.600,00
-	Pasir Beton (Lumajang)	Kg	681	681	142,86	97.285,71
-	Batu Pecah Mesin 2/3	Kg	1021	1021	185,19	189.074,07
-	Air	Ltr	215	215	25,00	5.375,00
<b>Jumlah</b>						<b>908.004,79</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan analisis harga diatas, didapatkan bahwa pengerjaan 1 m<sup>3</sup> beton untuk *thrust block* dibutuhkan biaya sebesar Rp. 908.004,79. Dengan mengalikan biaya pengerjaan 1 m<sup>3</sup> beton dengan volume beton yang dibutuhkan tiap-tiap titiknya maka akan didapatkan total biaya pengerjaan *thrust block* baik pada tahap 1 maupun tahap 2 perencanaan ini. Hasil tersebut akan disajikan pada Tabel 5.56 berikut ini.

Tabel 5.56 Tabulasi Total Kebutuhan Biaya Pengerjaan *Thrust Block*.

Nama Pipa	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>Tahap 1</b>				
P-02a	m <sup>3</sup>	0,8294	908.004,79	753.099,17
P-04a	m <sup>3</sup>	0,1794	908.004,79	162.896,06
P-14a	m <sup>3</sup>	0,74	908.004,79	671.923,54
P-67a	m <sup>3</sup>	0,65	908.004,79	590.203,11
P-87a	m <sup>3</sup>	10,582	908.004,79	9.608.506,67
Jumlah				11.786.628,56
<b>Tahap 2</b>				
P-15aa	m <sup>3</sup>	0,832	908.004,79	755.459,98
P-69aa	m <sup>3</sup>	3,312	908.004,79	3.007.311,86
Jumlah				3.762.771,84

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari rincian diatas didapatkan besarnya dana yang dibutuhkan dalam pengerjaan *thrust block* pada pipa-pipa paralel tahap 1 dan tahap 2 secara berturut-turut sebesar Rp11.786.628,56 dan Rp3.762.771,84.

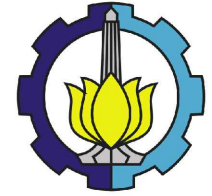
#### 5.9.4 Pekerjaan Jembatan Pipa

Dalam praktiknya, kondisi dilapangan tidak selamanya jaringan pipa terbentang lurus melewati tanah/daratan. Seringkali jalur pipa ini menemui sebuah halangan berupa sungai, parit ataupun saluran buatan lainnya. Untuk mengantisipasi hal ini, dalam pelaksanaannya nanti dibutuhkan sebuah komponen tambahan berupa jembatan pipa. Dengan perhitungan struktur dan desain khusus dapat menyebabkan pipa mampu melewati halangan tersebut.

Ada beberapa jenis jembatan pipa yang dibutuhkan pada perencanaan kali ini (lihat Tabel 5.45), yakni jembatan pipa dengan bentang 7 m, diameter 10" serta jembatan pipa dengan bentang 11, 12, 13 m dan memiliki diameter 20". Berikut sketsa gambar jembatan pipa yang dapat dilihat pada *Gambar 5.25*. Setelah mengetahui gambaran tentang jembatan pipa yang digunakan selanjutnya yaitu menghitung biaya yang dibutuhkan dalam pengerjaannya. Pekerjaan jembatan meliputi pengadaan pipa dan aksesoris jembatan pipa serta pemasangan jembatan pipa. Sebagai contoh, berikut perincian pekerjaan terhadap jembatan pipa diameter 10" dengan bentang sungai 7.

Didapatkan bahwa biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan jembatan pipa bentang 7 m dengan diameter 10" sebesar Rp78.453.470,35 dengan rincian pengadaan pipa dan aksesoris pipa sebesar Rp59.866.504,00 serta sebesar Rp18.586.966,35 untuk biaya pemasangan pipa dan aksesorisnya.

Langkah selanjutnya ialah melakukan perincian terhadap jembatan-jembatan pipa yang lain dengan cara yang sama seperti perincian diatas. Didapatkan tabulasi total untuk keseluruhan jembatan pipa yang dapat dilihat pada Tabel 5.58.



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Gambar 5.25  
Tipikal Jembatan Pipa

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

DRAFTER

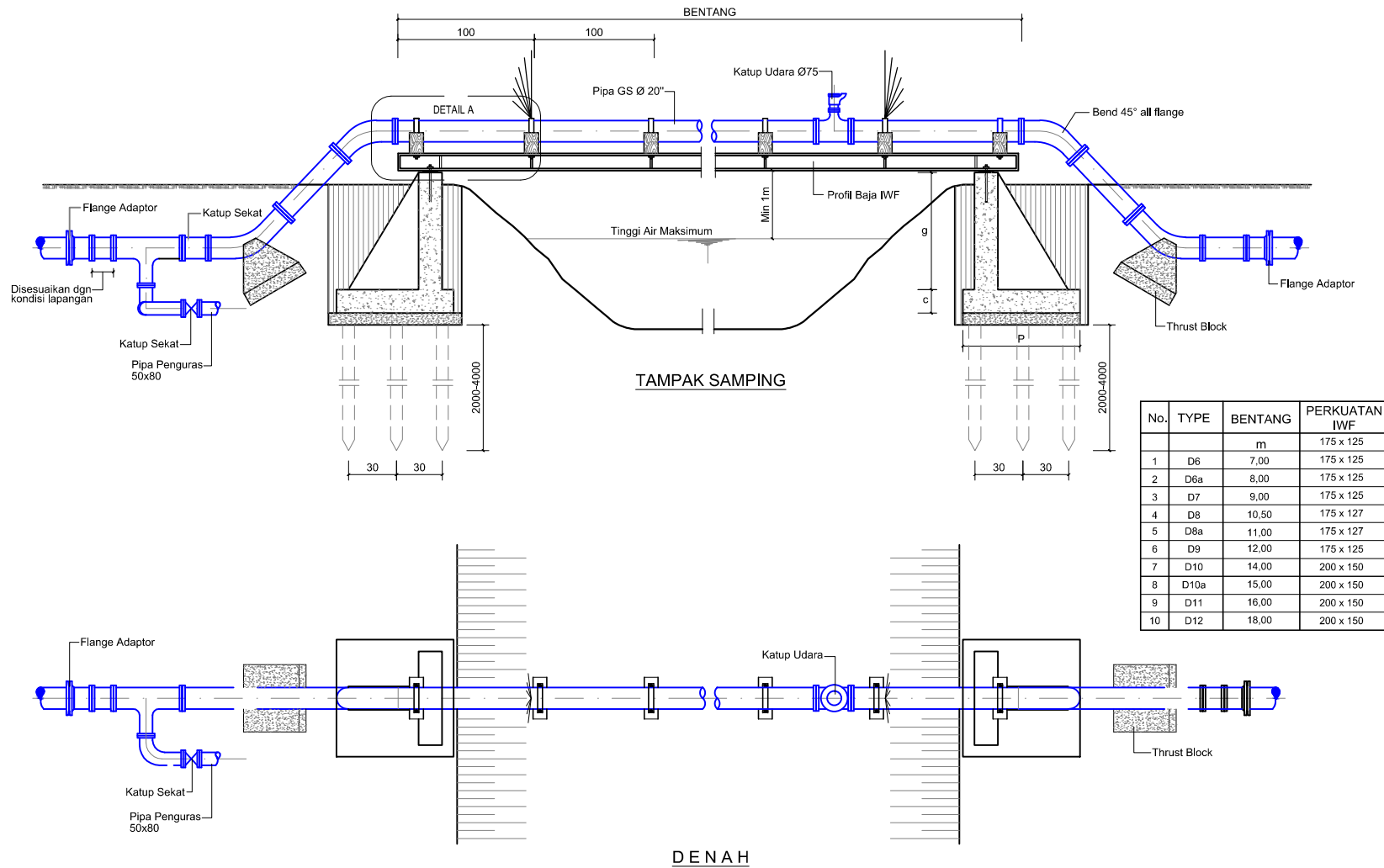
Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

SKALA

No. Gambar

Tanpa Skala

5.25



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



Tabel 5.57 Pekerjaan Pembangunan Jembatan Pipa Dia. 10" bentang 7m

No	Uraian Kegiatan/item	Satuan	Koef.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>1</b>	<b>Pengadaan Aksesoris Jembatan Pipa</b>					
-	Flange Adaptor $\varnothing 10''$	Buah		2	3.325.000,00	6.650.000,00
-	Tee All Flange $\varnothing 10''$	Buah		2	4.043.882,00	8.087.764,00
-	Gate Valve $\varnothing 10''$	Buah		4	3.991.561,00	15.966.244,00
-	Bend Flange 90° $\varnothing 10''$	Buah		2	3.229.000,00	6.458.000,00
-	Bend Flange 45° $\varnothing 10''$	Buah		4	2.888.000,00	11.552.000,00
-	Kayu Dolken (Cerucuk)	Batang		6	19.500,00	117.000,00
-	Plat 60x6 (setiap 1 m)	Lembar		0,5	399.300,00	199.650,00
-	Kayu 30x12x13	m3		0,033	850.000,00	27.846,00
-	Profil Baja IWF (175x125)	Batang		1	2.158.000,00	2.158.000,00
-	Pipa besi 12 mm	Batang		4	150.000,00	600.000,00
-	Air Valve $\varnothing 75\text{mm}$	buah		1	1.250.000,00	1.250.000,00
-	Pipa Baja $\varnothing 10''$	Lonjor		2	3.400.000,00	6.800.000,00
<b>Jumlah Pengadaan Pipa dan Aksesoris</b>						<b>59.866.504,00</b>
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Pemasangan Jembatan Pipa</b>					
2.1	1 m <sup>2</sup> Membersihkan lapangan dan perataan	m2		20		
-	Pekerja	Oh	0,100	2	20.000,00	40.000,00
-	Mandor	Oh	0,050	1	5.000,00	15.000,00
<b>Jumlah</b>						<b>55.000,00</b>
2.2	Membuat Pondasi beton bertulang	m3		0,9		
a	Tenaga					
-	Pekerja	Oh	5,300	4,77	55.000,00	262.350,00
-	Tukang Batu	Oh	0,275	0,2475	75.000,00	18.562,50
-	Tukang Kayu	Oh	1,300	1,17	75.000,00	87.750,00
-	Tukang Besi	Oh	1,050	0,945	75.000,00	70.875,00
-	Kepala Tukang	Oh	0,262	0,2358	80.000,00	18.864,00
-	Mandor	Oh	0,265	0,2385	85.000,00	20.272,50

Lanjutan Tabel 5.57 Pekerjaan Pembangunan Jembatan Pipa Dia. 10" bentang 7m

No	Uraian Kegiatan/item	Satuan	Koef.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
2.2	Membuat Pondasi beton bertulang	m3		0,9		
b	Bahan					
-	Kayu bekisting	m3	0,020	0,018	850.000,00	15.300,00
-	Paku Biasa 12' - 5'	Kg	1,500	1,35	13.000,00	17.550,00
-	Besi Beton (polos)	kg	157,500	141,75	7.600,00	1.077.300,00
-	Kawat Beton	kg	2,250	2,025	20.000,00	40.500,00
-	Semen Portland	kg	336,600	302,94	1.200,00	363.528,00
-	Pasir Beton (Lumajang)	m3	0,540	0,486	200.000,00	97.200,00
-	Batu Pecah Mesin 2/3	m3	0,810	0,729	250.000,00	182.250,00
<b>Jumlah</b>						<b>2.272.302,00</b>
2.3	Pekerjaan Perakitan Baja IWF 100 kg	kg		127,167		
a	Tenaga					
-	Pekerja	Oh	0,100	12,717	55.000,00	699.416,67
-	Tukang Las	Oh	0,100	12,717	75.000,00	953.750,00
-	Kepala Tukang	Oh	0,001	0,127	80.000,00	10.173,33
-	Mandor	Oh	0,005	0,636	85.000,00	54.045,83
b	Solar					
-	Minyak Pelumas	Ltr	1,000	127,167	51.800,00	6.587.233,33
-	Solar	Ltr	0,100	12,7167	5.500,00	69.941,67
c	Peralatan					
-	Mesin Las	Jam	0,800	101,733	56.230,00	5.720.465,33
<b>Jumlah</b>						<b>14.095.026,17</b>
2.4	1 m' pemasangan pipa dan Aksesoris Jembatan	m		10		
a	Tenaga					
-	Pekerja	Oh	0,500	5	55.000,00	275.000,00
-	Tukang Batu	Oh	0,600	6	75.000,00	450.000,00
-	Kepala Tukang	Oh	0,100	1	80.000,00	80.000,00
-	Mandor	Oh	0,0120	0,12	85.000,00	10.200,00

Lanjutan Tabel 5.57 Pekerjaan Pembangunan Jembatan Pipa Dia. 10" bentang 7m

No	Uraian Kegiatan/item	Satuan	Koef.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
2.4	1 m' pemasangan pipa dan Aksesoris Jembatan	m		10		
b	Bahan					
-	Perlengkapan	Hrg	0,35	3,5	202.500,00	708.750,00
<b>Jumlah</b>						<b>1.523.950,00</b>
2.5	Pekerjaan Thrust Block Beton K-300	m3		0,706		
a	Tenaga					
-	Pekerja	Oh	1,65	1,164	55.000,00	64.033,20
-	Tukang Batu	Oh	0,275	0,194	75.000,00	14.553,00
-	Kepala Tukang	Oh	0,028	0,020	80.000,00	1.580,54
-	Mandor	Oh	0,083	0,059	85.000,00	4.978,01
b	Bahan					
-	Semen Portland	Kg	413	291,413	1.200,00	349.695,36
-	Pasir Beton (Lumajang)	Kg	681	480,514	142,86	68.644,80
-	Batu Pecah Mesin 2/3	Kg	1021	720,418	185,19	133.410,67
-	Air	Ltr	215	151,704	25,00	3.792,60
<b>Jumlah</b>						<b>640.688,18</b>
<b>Jumlah Pemasangan Jembatan Pipa</b>						<b>18.586.966,35</b>
<b>Total Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Jembatan Pipa Diameter 10" bentang 7 m</b>						<b>78.453.470,35</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.58 Tabulasi Total Biaya Pekerjaan Jembatan Pipa

No	Uraian Kegiatan/Item	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Jembatan Diameter 10" Bentang 7 m				
a	Pengadaan Aksesoris Jembatan Pipa				
-	Flange Adaptor $\varnothing$ 10"	Buah	2	3.325.000,00	6.650.000,00
-	Tee All Flange $\varnothing$ 10"	Buah	2	4.043.882,00	8.087.764,00
-	Gate Valve $\varnothing$ 10"	Buah	4	3.991.561,00	15.966.244,00
-	Bend Flange 90° $\varnothing$ 10"	Buah	2	3.229.000,00	6.458.000,00
-	Bend Flange 45° $\varnothing$ 10"	Buah	4	2.888.000,00	11.552.000,00
-	Kayu Dolken (Cerucuk)	Batang	6	19.500,00	117.000,00
-	Plat 60x6 (setiap 1 m)	Lembar	0,5	399.300,00	199.650,00
-	Kayu 30x12x13	m3	0,033	850.000,00	27.846,00
-	Profil Baja IWF (175x125)	Batang	1	2.158.000,00	2.158.000,00
-	Pipa besi 12 mm	Batang	4	150.000,00	600.000,00
-	Air Valve $\varnothing$ 75mm	buah	1	1.250.000,00	1.250.000,00
-	Pipa Baja $\varnothing$ 10"	Lonjor	2	3.400.000,00	6.800.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>59.866.504,00</b>

Lanjutan Tabel 5.58 Tabulasi Total Biaya Pekerjaan Jembatan Pipa

No	Uraian Kegiatan/Item	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
b	Pekerjaan Pemasangan Jembatan Pipa				
-	1 m2 Membersihkan lapangan dan perataan	m2	20	2.750,00	55.000,00
-	Membuat Pondasi beton bertulang	m3	0,9	2.524.780,00	2.272.302,00
-	Pekerjaan Perakitan Baja IWF 100 kg	kg	127,16	110.838,71	14.095.026,17
-	1 m' pemasangan pipa dan Aksesoris Jembatan	m	10	152.395,00	1.523.950,00
-	Pekerjaan Thrust Block Beton K-300	m3	0,7056	908.004,79	640.688,18
<b>Jumlah Pemasangan Jembatan Pipa</b>					<b>18.586.966,35</b>
<b>Total Pengadaan dan Pekerjaan Jembatan Pipa Diameter 10" bentang 7 m</b>					<b>78.453.470,35</b>
2	Jembatan Diameter 20" Bentang 11 m				
a	Pengadaan Aksesoris Jembatan Pipa				
-	Flange Adaptor $\varnothing 20''$	Buah	2	5.324.665,00	10.649.330,00
-	Tee All Flange $\varnothing 20''$	Buah	2	10.545.000,00	21.090.000,00
-	Gate Valve $\varnothing 20''$	Buah	4	11.654.200,00	46.616.800,00
-	Bend Flange 90° $\varnothing 20''$	Buah	2	6.376.000,00	12.752.000,00
-	Bend Flange 45° $\varnothing 20''$	Buah	4	4.320.000,00	17.280.000,00
-	Kayu Dolken (Cerucuk)	Batang	6	19.500,00	117.000,00

Lanjutan Tabel 5.58 Tabulasi Total Biaya Pekerjaan Jembatan Pipa

No	Uraian Kegiatan/Item	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
2	Jembatan Diameter 20" Bentang 11 m				
a	Pengadaan Aksesoris Jembatan Pipa				
-	Plat 60x6 (setiap 1 m)	Lembar	1	399.300,00	399.300,00
-	Kayu 30x12x13	m3	0,051	850.000,00	43.758,00
-	Profil Baja IWF (175x125)	Batang	1	2.158.000,00	2.158.000,00
-	Pipa besi 12 mm	Batang	4	150.000,00	600.000,00
-	Air Valve ø75mm	buah	1	1.250.000,00	1.250.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>112.956.188,00</b>
b	Pekerjaan Pemasangan Jembatan Pipa				
-	1 m2 Membersihkan lapangan dan perataan	m2	20	2.750,00	55.000,00
-	Membuat Pondasi beton bertulang	m3	0,9	2.524.780,00	2.272.302,00
-	Pekerjaan Perakitan Baja IWF 100 kg	kg	199,833	110.839,18	22.149.326,83
-	1 m' pemasangan pipa dan Aksesoris Jembatan	m	14	152.395,00	2.133.530,00
-	Pekerjaan Thrust Block Beton K-300	m3	2,812	908.004,79	2.553.309,46
<b>Jumlah Pemasangan Jembatan Pipa</b>					<b>29.163.468,30</b>
<b>Total Pengadaan dan Pekerjaan Jembatan Pipa Diameter 20" bentang 11 m</b>					<b>142.119.656,30</b>

Lanjutan Tabel 5.58 Tabulasi Total Biaya Pekerjaan Jembatan Pipa

3	Jembatan Diameter 20" Bentang 12 m				
a	Pengadaan Aksesoris Jembatan Pipa				
-	Flange Adaptor $\varnothing$ 20"	Buah	2	5.324.665,00	10.649.330,00
-	Tee All Flange $\varnothing$ 20"	Buah	2	10.545.000,00	21.090.000,00
-	Gate Valve $\varnothing$ 20"	Buah	4	11.654.200,00	46.616.800,00
-	Bend Flange 90° $\varnothing$ 20"	Buah	2	6.376.000,00	12.752.000,00
-	Bend Flange 45° $\varnothing$ 20"	Buah	4	4.320.000,00	17.280.000,00
-	Kayu Dolken (Cerucuk)	Batang	6	19.500,00	117.000,00
-	Plat 60x6 (setiap 1 m)	Lembar	1	399.300,00	399.300,00
-	Kayu 30x12x13	m3	0,056	850.000,00	47.736,00
-	Profil Baja IWF (175x125)	Batang	1	2.158.000,00	2.158.000,00
-	Pipa besi 12 mm	Batang	4	150.000,00	600.000,00
-	Air Valve $\varnothing$ 75mm	buah	1	1.250.000,00	1.250.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>112.960.166,00</b>
b	Pekerjaan Pemasangan Jembatan Pipa				
-	1 m2 Membersihkan lapangan dan perataan	m2	20	Rp2.750,00	55.000,00
-	Membuat Pondasi beton bertulang	m3	0,9	Rp2.524.780,00	2.272.302,00

Lanjutan Tabel 5.58 Tabulasi Total Biaya Pekerjaan Jembatan Pipa

3	Jembatan Diameter 20" Bentang 12 m				
b	Pekerjaan Pemasangan Jembatan Pipa				
-	Pekerjaan Perakitan Baja IWF 100 kg	kg	218	110.839,00	24.162.902,00
-	1 m' pemasangan pipa dan Aksesoris Jembatan	m	15	152.395,00	2.285.925,00
-	Pekerjaan Thrust Block Beton K-300	m3	2,812	908.004,79	2.553.309,46
<b>Jumlah Pemasangan Jembatan Pipa</b>					<b>31.329.438,46</b>
<b>Total Pengadaan dan Pekerjaan Jembatan Pipa Diameter 20" bentang 12 m</b>					<b>144.289.604,46</b>
4	Jembatan Diameter 20" Bentang 13 m				
a	Pengadaan Aksesoris Jembatan Pipa				
-	Flange Adaptor $\varnothing 20''$	Buah	2	5.324.665,00	10.649.330,00
-	Tee All Flange $\varnothing 20''$	Buah	2	10.545.000,00	21.090.000,00
-	Gate Valve $\varnothing 20''$	Buah	4	11.654.200,00	46.616.800,00
-	Bend Flange 90° $\varnothing 20''$	Buah	2	6.376.000,00	12.752.000,00
-	Bend Flange 45° $\varnothing 20''$	Buah	4	4.320.000,00	17.280.000,00
-	Kayu Dolken (Cerucuk)	Batang	6	19.500,00	117.000,00
-	Plat 60x6 (setiap 1 m)	Lembar	1	399.300,00	399.300,00
-	Kayu 30x12x13	m3	0,061	850.000,00	51.714,00



Lanjutan Tabel 5.58 Tabulasi Total Biaya Pekerjaan Jembatan Pipa

4	Jembatan Diameter 20" Bentang 13 m				
a	Pengadaan Aksesoris Jembatan Pipa				
-	Profil Baja IWF (175x125)	Batang	1	2.158.000,00	2.158.000,00
-	Pipa besi 12 mm	Batang	4	150.000,00	600.000,00
-	Air Valve ø75mm	buah	1	1.250.000,00	1.250.000,00
<b>Jumlah</b>					<b>112.964.144,00</b>
b	Pekerjaan Pemasangan Jembatan Pipa				
-	1 m2 Membersihkan lapangan dan perataan	m2	20		55.000,00
-	Membuat Pondasi beton bertulang	m3	0,9		2.272.302,00
-	Pekerjaan Perakitan Baja IWF 100 kg	kg	236,167		26.176.477,17
-	1 m' pemasangan pipa dan Aksesoris Jembatan	m	16		2.438.320,00
-	Pekerjaan Thrust Block Beton K-300	m3	2,812		2.553.309,46
<b>Jumlah Pemasangan Jembatan Pipa</b>					<b>33.495.408,63</b>
<b>Total Pengadaan dan Pekerjaan Jembatan Pipa Diameter 20" bentang 13 m</b>					<b>146.459.552,63</b>
<b>Total Pekerjaan Jembatan Pipa</b>					<b>511.322.283,74</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

### 5.9.5 Total Rencana Anggaran Biaya Tahap 1 dan Tahap 2

Setelah dilakukan perincian pada masing-masing jenis pekerjaan, agar dapat diketahui total biaya keseluruhan maka perlu dijumlah seluruh biaya pekerjaan pada masing-masing tahap. Untuk lebih jelasnya berikut tabulasi terhadap rencana anggaran pada tahap 1 yang dapat dilihat pada Tabel 5.59 dan pada Tabel 5.60 untuk tahap 2.

Tabel 5.59 Total Rencana Anggaran Biaya Pengembangan Tahap 1

No	Uraian Kegiatan	Total Biaya (Rp)
1	<b>Tapping Blok (Pengadaan dan Pemasangan)</b>	<b>1.448.951.254,00</b>
2	<b>Penambahan/Perbaikan Junction (Pengadaan dan Pemasangan)</b>	<b>54.490.732,45</b>
3	<b>Pipa-pipa Paralel</b>	
	a. Pengadaan Pipa-Pipa Paralel dan Aksesoris	10.667.911.157,00
	b. Pemasangan Pipa-Pipa Paralel dan Aksesoris	2.872.909.200,00
	c. Pekerjaan <i>Thrust Block</i>	11.786.628,56
	d. Pekerjaan Jembatan Pipa	511.322.283,74
	<b>Total Pekerjaan Pipa-pipa Paralel</b>	<b>14.063.929.269,30</b>
<b>Total</b>		<b>15.567.371.255,75</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari rincian diatas didapatkan bahwa total anggaran biaya yang dibutuhkan didalam pengembangan tahap 1 sebesar Rp15.567.371.255,75.

Tabel 5.60 Total Rencana Anggaran Biaya Pengembangan Tahap 2

No	Uraian Kegiatan	Total Biaya
1	<b>Tapping Blok (Pengadaan dan Pemasangan)</b>	-
2	<b>Penambahan/Perbaikan Junction (Pengadaan dan Pemasangan)</b>	<b>23.438.820,44</b>
3	<b>Pipa-pipa Paralel</b>	
	a. Pengadaan Pipa-Pipa Paralel dan Aksesoris	3.320.852.460,67
	b. Pemasangan Pipa-Pipa Paralel dan Aksesoris	1.917.309.900,00
	c. Pekerjaan <i>Thrust Block</i>	3.762.771,84
	d. Pekerjaan Jembatan Pipa	-
	<b>Total Pekerjaan Pipa-pipa Paralel</b>	<b>5.241.925.132,51</b>
<b>Total</b>		<b>5.265.363.952,95</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari rincian diatas didapatkan bahwa pada pengembangan tahap 2 tidak terdapat pekerjaan pengadaan maupun pemasangan *Tapping* blok baru dan juga tidak terdapat pekerjaan Jembatan pipa. Total anggaran biaya yang dibutuhkan didalam pengembangan tahap 2 sebesar Rp5.265.363.952,95.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

1. Berdasarkan hasil analisis jaringan pipa Distribusi eksisting Kota Probolinggo menggunakan bantuan program EPANET pada jam penggunaan rata-rata terdapat 13 titik *tapping* yang memiliki tekanan negatif serta 23 titik *tapping* lainnya dengan tekanan yang tidak memenuhi standar minimal dan pada jam puncak terdapat 26 titik *tapping* yang memiliki tekanan negatif serta 40 titik lainnya memiliki tekanan yang tidak memenuhi standar. Pada jaringan pipa distribusi yang ada saat ini terdapat 23 segmen pipa diperkirakan tidak mampu menahan bertambahnya jumlah debit air yang melintas dikarenakan dimensi yang kurang memadai baik pada pengembangan tahap 1 maupun tahap 2.
2. Berdasarkan strategi pengembangan tahap 1 dan tahap 2, perbaikan pipa-pipa distribusi Kota Probolinggo dilakukan dengan cara memasang pipa paralel untuk pipa yang memiliki kondisi dibawah kriteria perencanaan. Dalam hal pengembangan cakupan pelayanan, dilakukan dengan membuat *tapping* untuk blok pelayanan yang baru.
3. Berdasarkan gambar rencana yang telah dibuat dan harga-harga satuan pekerjaan Kota Probolinggo didapatkan rencana anggaran biaya untuk pengembangan tahap 1 sebesar Rp15.567.371.255,75 dan pengembangan tahap 2 sebesar Rp5.265.363.952,95.

#### **6.2 Saran**

1. Perlu adanya analisis lebih lanjut terhadap pemanfaatan pipa tua (telah lama tidak digunakan) untuk dijadikan sebagai pipa distribusi utama dari segi fisik dan kimia (P-82).
2. Perlu adanya perbaikan jaringan dari segi kebocoran demi menghindari agar perencanaan yang telah dilakukan dapat berfungsi dengan baik dan efektif (pada perencanaan ini diasumsikan kebocoran menurun 0,5% tiap tahunnya).

3. Berdasarkan analisis kesalahan yang terjadi pada saat pengambilan data menggunakan kuesioner untuk penelitian selanjutnya perlu ditambahkan jumlah responden yang dijadikan target penelitian serta melakukan sosialisasi pendahuluan secara lengkap dan padat tentang keseluruhan isi kuesioner.
4. Berdasarkan perbandingan faktor jam puncak yang digunakan dengan hasil RDS (*Real Demand Survey*) diperlukan tempat penampungan air pada tiap-tiap sambungan pelanggan untuk mengantisipasi kekurangan air pada jam-jam tertentu (khususnya jam pemakaian puncak).

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Layla, M.A. 1980. *Water Supply Engineering Design*. 3rd Edition. Ann Arbor Science Publishers. Inc. Michigan. USA.
- Andriane, A. dan Usman, D. K. 2015. *Desain Thrust Block Pada Jalur Distribusi Air Minum*. Bandung: ITB.
- Church, A.H.1990. *Pompa dan Blower Sentrifugal*. Diterjemahkan oleh Zulkifli Harahap. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Ditjen Cipta Karya. 1988. *Surabaya Unaccounted Water Study: Leakage Control System Training Manual*. Sir M McDonald & Partner Asia.
- Kelompok Kerja Sanitasi Kota Probolinggo. 2010. *Buku Putih Sanitasi Kota Probolinggo*. Probolinggo.
- Jarsjo, J. dan Destouni, G. 2004. *Groundwater Discharge into the Aral Sea after 1960*. Journal of Marine Sistem. 47. 109–120. Department of physical geography and quaternary geology stockholm university. Sweden.
- Joko, T. 2010. *Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Moelyowati, I. 1992. *Pemilihan dan Pemanfaatan Pompa Dalam Aplikasi di Bidang Teknik Lingkungan*. ITS. Surabaya.
- Peraturan Walikota Probolinggo No.38. 2009. *Penetapan Tarif Air Minum Pada Perusahaan Daerah Air Minum Kota Probolinggo*. Kota Probolinggo.
- Postel, Sandra L., Daily. Gretchen C., dan Ehrlich Paul R. 1996. *Human Appropriation of Renewable Fresh Water*. Science. New Series. Vol. 271. No. 5250. pp. 785-788
- Safii, A. 2012. *Evaluasi Jaringan Sistem Penyediaan Air Bersih di PDAM Kota Lubuk Pakam*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Supangat, A. 2010. *Statistik: Dalam Kajian Deskriptif. Inferensi. dan Nonparametrik*. Kencana. Jakarta.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



# **LAMPIRAN A**

(Kuisisioner dan Survey  
Lapangan)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## A.1 Contoh Hasil Kuisisioner Penduduk

Lampiran B Pertanyaan Kuisisioner untuk Non Pelanggan PDAM

Nama Responden : Bpk ICE

Alamat Lengkap Responden : 16. Kt. hane gunung Kelurahan Sukawaja  
/ Kecamatan Kanjuruhan gunung

Jumlah Penghuni : 4 orang

1. Sumber air yang digunakan
  - ☒ a. Sumur gali
  - b. Membeli air jerigen
  - c. lain - lain
2. Pemakaian air untuk aktifitas memasak ( proses memasak dan mencuci peralatan )
  - a. 1 liter – 3 liter
  - b. 4 liter – 6 liter
  - ☒ c. 7 liter – 10 liter
  - d. > 10 liter
3. jam aktifitas memasak ( boleh dipilih lebih dari satu )
  - a. 05.00 - 07.00
  - b. 07.00 - 09.00
  - c. 09.00 - 11.00
  - ☒ d. 11.00 - 13.00
  - e. 13.00 - 15.00
  - f. 15.00 - 17.00
  - g. 17.00 - 19.00
  - h. 19.00 - 21.00
4. Pemakaian air untuk aktifitas mandi
  - a. 5 liter – 10 liter
  - ☒ b. 11 liter – 20 liter
  - c. 21 liter – 30 liter
  - d. > 31 liter
5. jam aktifitas mandi ( boleh dipilih lebih dari satu )
  - a. 05.00 - 07.00
  - ☒ b. 07.00 - 09.00
  - c. 09.00 - 11.00
  - d. 11.00 - 13.00
  - e. 13.00 - 15.00
  - f. 15.00 - 17.00
  - ☒ g. 17.00 - 19.00
  - h. 19.00 - 21.00
6. Pemakaian air untuk aktifitas mencuci pakaian
  - a. < 20 liter
  - b. 20 liter – 40 liter
  - ☒ c. 40 liter – 60 liter

- d.  $\geq 60$  liter
7. Frekuensi aktifitas mencuci pakaian dilakukan dalam satu minggu
- a. 1 kali
  - ☒ b. 2 kali
  - c. 3 kali
  - d. Setiap hari
8. Jam aktifitas mencuci pakaian dilakukan (boleh dipilih lebih dari satu)
- a. 05.00 - 07.00
  - b. 07.00 - 09.00
  - c. 09.00 - 11.00
  - ☒ d. 11.00 - 13.00
  - e. 13.00 - 15.00
  - f. 15.00 - 17.00
  - g. 17.00 - 19.00
  - h. 19.00 - 21.00
9. Kualitas sumber air yang digunakan
- ☒ a. Sangat baik
  - b. Baik
  - c. Kurang
  - d. Sangat Kurang
10. Ketersediaan air dari sumber air yang digunakan
- ☒ a. Sangat baik
  - b. Baik
  - c. Kurang
  - d. Sangat Kurang
11. Pemasangan pipa servis PDAM
- ☒ a. Sangat bersedia
  - b. Bersedia
  - c. Tidak bersedia
  - d. Sangat tidak bersedia
12. Penghasilan perbulan
- a.  $< 500.000$
  - ☒ b.  $500.000 - 1.000.000$
  - c.  $1.000.000 - 2.000.000$
  - d.  $> 2.000.000$
13. Kesiediaan membayar tagihan perbulan
- ☒ a. Sangat bersedia
  - b. Bersedia
  - c. Tidak bersedia
  - d. Sangat tidak bersedia

## A.2 Rekapitan Hasil Kuisisioner masing-masing Kecamatan

### A.2.1 Rekapitan Hasil Kuisisioner Non-Pelanggan PDAM Kec. Kademangan

No	Nama Responden	Jumlah Penghuni	Jawaban Pertanyaan																			
			1	2	3			4	5			6	7	8		9	10		11		12	13
Triwung Lor																						
1	Sudarmo	4	a	d	a			c	b	d	g	d	c	a		b	b		c	d	c	
2	Wiratno	3	a	c	b	e	g	d	a	d	f	d	d	b	f	a	a		c	c	c	
3	Darta	4	a	d	a			c	a			d	d	a		b	b		b	d	b	
4	Kadarisman	4	a	d	a			c	a	f		d	d	b		b	b		b	d	b	
5	Jamali	5	a	d	a	e		c	b	f		d	d	b		b	b		b	d	b	
Triwung Kidul																						
1	Dolla	3	a	c	a	f		d	b	f		c	b	b	f	b	b		c	b	c	
2	Darwi	6	a	c	a	f		d	b	f		d	b	b		b	b		c	b	c	
3	Sa'ad	4	a	d	a			c	a	f		d	d	b		b	b		c	c	c	
4	Handoko	3	a	d	a			c	a	f		c	d	a		b	b		c	d	c	
5	Supri	3	a	d	b			c	a	f		c	d	a		b	b		b	c	b	
Poh Sangit Kidul																						
1	Tohir	5	a	d	a	d	f	d	a	d	f	d	c	a	e	a	a		a	d	a	
2	Ro'is	4	a	d	a	f		d	a	f		d	a	a	e	b	b		b	d	b	
3	Di	7	a	d	a			d	a	f		d	d	a		b	b		b	d	b	
4	Gaffar	5	a	d	b			d	a			d	d	b		b	b		b	d	b	
5	Tris	3	a	c	b			c	b			c	c	b		b	b		b	c	b	
Pilang																						
1	Ali	4	a	d	a			c	a	f		d	d	a		b	b		c	c	c	
2	Arif	6	a	d	a	f		c	b	g		d	b	a	e	b	b		c	b	c	
3	Kardiono	4	a	d	a			c	b	f		d	c	b		b	b		c	d	c	
4	Farisa	3	a	c	a	f		d	a	f		c	c	e		b	b		b	d	b	
5	Hasan Ali	4	a	d	b	e		d	b	g		d	b	b	g	b	b		b	d	b	
Ketapang																						
1	Moh. Sapto	5	a	d	a			c	b	f		d	d	b		b	b		c	c	c	

No	Nama Responden	Jumlah Penghuni	Jawaban Pertanyaan																		
			1	2	3			4	5			6	7	8		9	10		11	12	13
2	Santoso	4	a	c	b	f		d	a	e	g	c	d	a	g	b	b		b	d	b
3	Hamami	5	a	d	b	f		d	b	g		d	b	b	e	b	b		b	d	b
4	Trisnojo	3	a	c	b	d	g	c	b	f		d	b	b	e	b	b		b	d	b
5	Baidowi	6	a	d	b	f		d	a	d	f	d	a	b		b	b		b	d	b
Kademangan																					
1	Lubab	4	a	c	a			c	a	f		d	d	b		b	b		c	c	c
2	Kartono	3	a	c	a	f		c	a	f	g	c	d	b		b	b		c	b	c
3	Tori	4	a	d	a	e	g	d	a	d	g	d	d	a	f	a	a		b	d	b
4	Narwi	3	a	c	b	g		c	b	f		c	c	b	f	b	b		b	c	b
5	Madrai	3	a	b	a	f		c	b	f		c	b	b		b	b		b	c	b

Sumber: Hasil Kuisisioner

#### A.2.2 Rekapitan Hasil Kuisisioner Non-Pelanggan PDAM Kec. Kanigaran

No	Nama Responden	Jumlah Penghuni	Jawaban Pertanyaan																	
			1	2	3		4	5			6	7	8		9	10	11	12	13	
Tisnonegaran																				
1	Sudarmo	4	a	d	a			c	b	d	g	d	c	a		b	b	c	d	c
2	Wiratno	3	a	c	b	e	g	d	a	d	f	d	d	b	f	a	a	c	c	c
3	Darta	4	a	d	a			c	a			d	d	a		b	b	b	d	b
4	Kadarisman	4	a	d	a			c	a	f		d	d	b		b	b	b	d	b
5	Jamali	5	a	d	a	e		c	b	f		d	d	b		b	b	b	d	b
Sukoharjo																				
1	Ice	4	a	b	d			b	b	g		c	b	d		a	a	a	b	a
2	Hari	2	a	b	a	e		b	a	f		b	c	b		b	b	c	b	c
3	Hartono	4	a	c	a			c	b	e	g	d	d	c		b	b	b	d	b
4	Min	4	a	c	b	d		c	a	f		d	c	f		b	b	b	c	b
5	Slamet Yusuf	6	a	c	a	f		c	b	f		c	d	b		b	b	b	d	b
Kebonsari Wetan																				

No	Nama Responden	Jumlah Penghuni	Jawaban Pertanyaan																	
			1	2	3			4	5			6	7	8		9	10	11	12	13
1	Suci	4	a	c	a			b	a	e	g	d	c	g		a	a	a	b	c
2	Sahru	3	a	b	a			d	a	e		c	d	a		a	a	c	a	c
3	Saheri	4	a	b	a			c	a	e	g	c	d	b		c	a	c	b	c
4	Tatik	3	a	b	a			c	a	e	g	d	d	b		a	a	a	b	c
5	Wardhi	4	a	c	a			b	a	g		d	c	b		a	a	c	b	c
Kebonsari Kulon																				
1	Suseno	4	a	c	b	f		c	a	d	f	d	c	b		b	b	c	d	c
2	Mansyur	3	a	c	b	e		b	a	f		d	d	c		b	b	c	c	c
3	Tami'in	5	a	c	a	d	f	d	a	g		d	d	b		b	b	c	d	c
4	Rahmat Fuadi	5	a	c	a	e		c	a	f		d	d	c		b	b	b	d	b
5	Novanto	4	a	c	a	d		d	a	f		c	d	d		b	b	b	d	b
Kanigaran																				
1	Tri Prasetyo	3	a	c	a	e		b	a	d	g	c	d	b		b	b	b	d	b
2	Imam Mustaqim	5	a	d	a	g		c	b	e	g	d	c	c		c	b	b	d	b
3	Sarowi	4	a	c	a	g		c	b	f		d	c	a		b	b	b	d	b
4	Thoha	2	a	b	a	c	g	b	a	f		c	b	c		b	b	c	c	c
5	Rohadi	7	a	d	b	e		c	a	f		d	c	c		c	b	c	d	c
Curah Grinting																				
1	Sukamto	4	a	c	a	e		c	a	d	f	d	d	b		b	b	b	d	b
2	Erny Puji	5	a	d	a	d	g	c	a	a	f	d	d	c		b	b	b	d	b
3	Nastiti	5	a	d	a	d	g	d	b	f		d	d	a		c	b	b	d	b
4	Tomo/Sutomo	5	a	d	b	e		c	a	f		d	d	c		c	b	b	d	b
5	Bambang Karyadi	6	a	d	a	f		d	a	f		d	c	d		c	b	b	d	b

Sumber: Hasil Kuisisioner

### A.2.3 Rekap Hasil Kuis Non-Pelanggan PDAM Kec. Kedopok

No	Nama Responden	Jumlah Penghuni	Jawaban Pertanyaan																		
			1	2	3			4	5			6	7	8		9	10		11	12	13
Sumber Wetan																					
1	Ahmad Syafi'i	2	a	b	a	c	f	b	a	d	f	b	d	b		b	b	c	c	c	
2	Sukarno	5	a	c	a	f		c	a	f		d	c	c		b	b	c	d	c	
3	Kardan	3	a	c	a	f		c	b	g		c	d	c		b	b	b	d	b	
4	Kasuan	4	a	c	a	e		c	b	g		c	d	g		b	b	c	d	c	
5	Khuslal	4	a	c	b	d		c	a	f		c	c	b	f	b	b	c	c	c	
Kedopok																					
1	Khusen	4	a	d	a	e		c	a	f		d	d	a	c	b	b	c	d	c	
2	Moh Ikhsan	4	a	c	b	e		c	a	f		d	d	a	f	b	b	b	c	b	
3	Sutanti	5	a	d	b	e		c	a	f		d	b	a	g	b	b	b	d	b	
4	Eni Kasfufah	5	a	c	b	f		c	b	e		c	c	c		b	b	b	d	b	
5	Riani Sri Wulandari	5	a	c	a	g		d	a	d	f	d	c	a		b	b	c	c	c	
Kareng Lor																					
1	Sugito Musman	3	a	b	a	e		b	a	f		b	c	b	h	b	b	b	c	b	
2	Saenun	6	a	c	a	f		c	a	f		d	d	c	f	b	b	c	d	c	
3	Imam Sofwan	3	a	b	a	e		c	a	f		c	c	b	g	b	b	c	d	c	
4	Muhaimin	5	a	d	a	f		c	a	f		d	c	c		b	b	c	d	c	
5	Subandi	4	a	d	b	f		b	a	g		d	d	b		b	b	b	d	b	
Jrebeng Wetan																					
1	Soejatmiko	4	a	c	b			c	a	f		c	b	c		b	b	b	c	b	
2	Supeno	4	a	d	a	d		c	a	g		d	c	c		a	a	c	d	c	
3	I Nengah Desi	4	a	d	a	f		c	a	g		c	b	c		b	b	b	d	b	
4	Agoes	5	a	c	a			c	a	g		c	b	b		b	b	c	d	c	
5	Jamaludin	2	a	b	a			b	a	f		b	a	b		b	b	b	c	b	
Jrebeng Lor																					
1	Sudianto	3	a	c	a	g		c	a	f		c	c	b		b	b	b	c	b	
2	Jamali	4	a	c	a	e		d	a	f		c	b	a		b	b	b	d	b	



No	Nama Responden	Jumlah Penghuni	Jawaban Pertanyaan																	
			1	2	3		4	5			6	7	8		9	10		11	12	13
3	Muhaimin	6	a	d	a	f		d	a	f		d	c	b		b	b	c	d	c
4	Noer Hidayat	3	a	c	a			b	a	f		b	b	a		b	b	b	c	b
5	Sutedjo	3	a	b	a			b	a			b	a	b		b	b	b	c	b
Jrebeng Kulon																				
1	Saprudin	6	a	b	b	d	g	a	a	f		c	b	b		b	b	c	d	c
2	Nurhaida	7	a	b	a	d	g	d	b	g		d	b	c		c	a	c	d	c
3	M. Nasir	3	a	c	a	d	g	c	b	e	g	d	c	b		b	a	b	d	b
4	Alwi	4	a	c	a	d	g	c	c	g		d	d	e		b	a	b	d	b
5	Khoirul Anam	3	a	c	b	e	h	c	b	f		d	d	f		b	a	b	d	b

Sumber: Hasil Kuisiner

#### A.2.4 Rekapitan Hasil Kuisiner Non-Pelanggan PDAM Kec. Wonoasih

No	Nama Responden	Jumlah Penghuni	Jawaban Pertanyaan																		
			1	2	3			4	5			6	7	8		9	10		11	12	13
Wonoasih																					
1	Muhami	3	a	c	a			c	a	f		d	d	b		b	b	b	d	b	
2	Mamang	3	a	b	a			b	a	f		b	b	b		b	b	c	b	c	
3	Dul Man	3	a	c	c			c	a	e		c	b	b		b	b	c	c	c	
4	Zainul	3	a	b	a			b	a	f		b	b	a		b	b	c	b	c	
5	Abdullah	3	a	b	a			b	a	f		c	b	a		b	b	c	a	c	
Sumber Taman																					
1	Saidan	4	a	b	b			b	a	f		b	a	a		b	b	c	b	c	
2	Dhoifur Rohman	4	a	b	a			c	a	e	g	b	d	a		a	a	c	c	c	
3	Dai Raharjo	2	a	a	b	f		b	a	e	g	b	d	a		b	a	c	d	c	
4	Moh Toha	4	a	c	a			c	a	d	f	c	d	a		b	b	c	a	c	
5	Solihin	4	a	d	b			d	a			d	d	b		b	b	a	d	a	
Pakistaji																					
1	Arifurrosi	3	a	c	b	f		d	a	e	g	d	d	a	f	b	b	c	c	c	

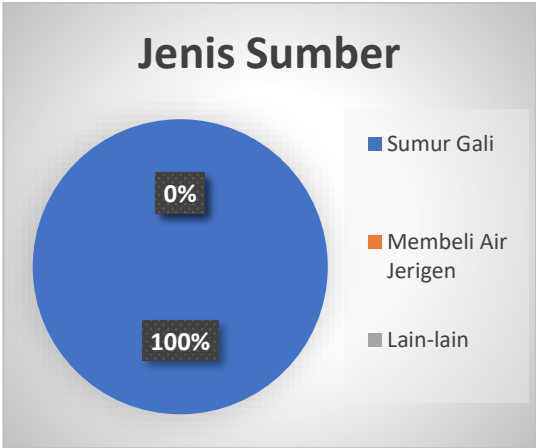
No	Nama Responden	Jumlah Penghuni	Jawaban Pertanyaan																	
			1	2	3			4	5			6	7	8		9	10		11	12
2	Sunarwi	3	a	d	b			c	a			d	c	a		b	b	c	c	c
3	Zubaidah	4	a	c	a	e	g	d	a	d	g	d	d	a	f	a	a	c	c	c
4	Suwandi	3	a	b	b	f		c	b	f		c	b	f		b	b	c	b	c
5	Sutiari	4	a	c	b	e		c	a	e	g	c	b	b	f	a	a	c	c	c
Kedunggaleng																				
1	Suripno	4	a	c	a	e		c	a	f		d	c	a		b	b	b	d	b
2	Agus Ali Fauzi	4	a	d	a	f		c	a	g		d	c	a		b	b	b	d	b
3	Mochtar	3	a	c	a			c	a	g		c	b	b		b	b	b	d	b
4	Sucipno	4	a	d	a	d	g	d	a	f		d	c	a		b	b	b	d	b
5	Abd. Rohim	4	a	c	a			b	a	d	f	d	c	a		b	b	b	d	b
Kedung Asem																				
1	Adi	3	a	c	a	f		c	b	f		c	d	b		b	b	b	d	b
2	Supri	4	a	d	b	f		d	a	e	g	d	c	c		b	b	b	d	b
3	Mukra	5	a	d	a	f		d	a	f		d	c	f		b	b	c	c	c
4	Ponimin	4	a	d	b			d	a	f		c	b	b	f	b	b	c	d	c
5	Sugeng	3	a	c	b			c	a	e		c	c	f		b	b	c	c	c
Jrebeng Kidul																				
1	Nanang	6	a	d	b	e		c	a	e		d	b	c		b	b	c	d	c
2	Fuad	3	a	c	b	e		c	b	f		c	d	c		b	b	b	d	b
3	Tiwa	3	a	c	a	f		c	a	f		c	d	g		b	b	c	d	c
4	Mamat	4	a	d	b	f		d	a	f		c	c	g		b	b	c	d	c
5	Hari	4	a	c	a	e		c	a	f		c	d	c		b	b	b	d	b

Sumber: Hasil Kuisisioner

**A.3 Grafik Hasil Kuisisioner masing-masing Kecamatan**

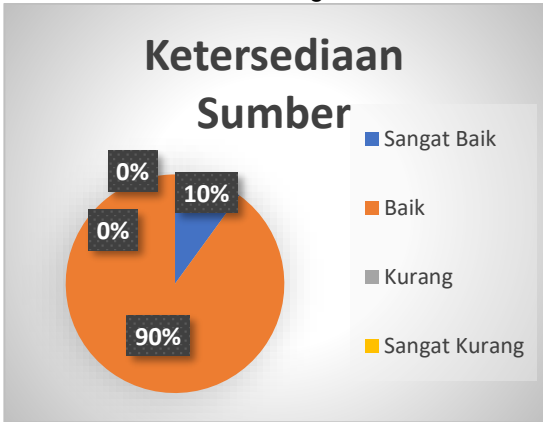
**A.3.1 Grafik Hasil Kuisisioner Kec. Kademangan**

Jenis sumber air yang digunakan dalam pemenuhan kebutuhan air oleh Warga Kec. Kademangan



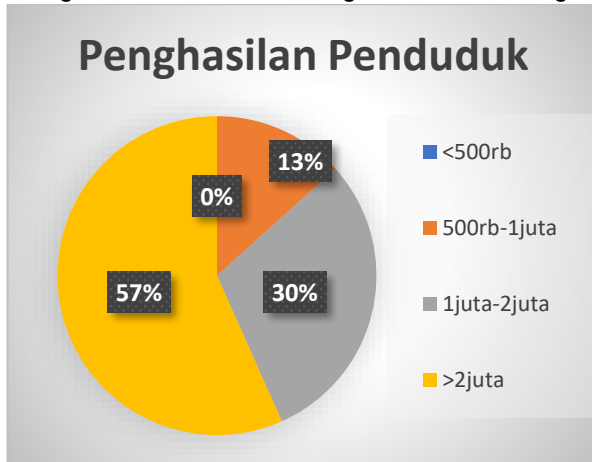
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Ketersediaan sumber air yang digunakan warga Kec. Kademangan



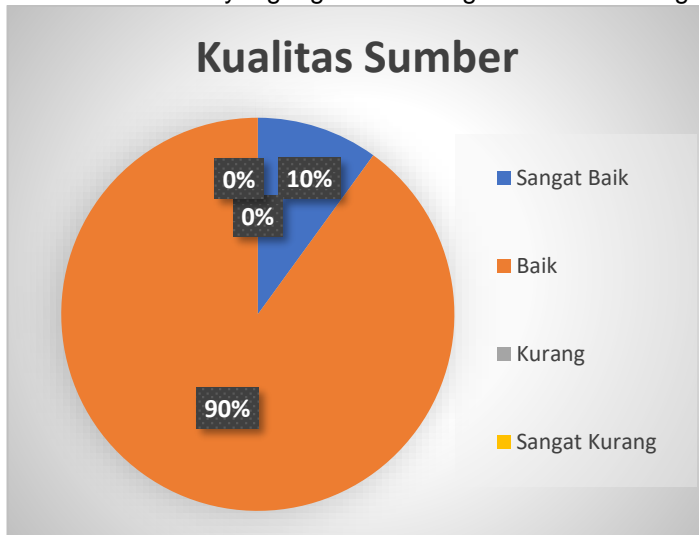
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

### Penghasilan Penduduk Warga Kec. Kademangan



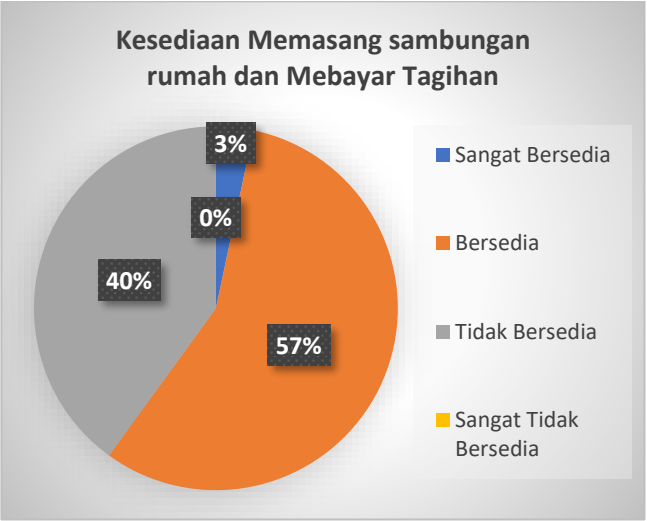
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

### Kualitas Sumber Air yang digunakan warga Kec. Kademangan



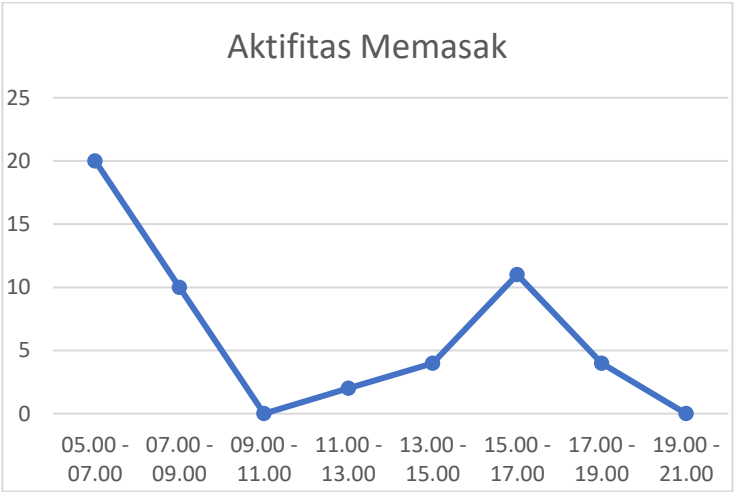
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Kesediaan Warga Kec. Kademangan dalam pemasangan pipa sambungan rumah dan membayar tagihan air perbulan.



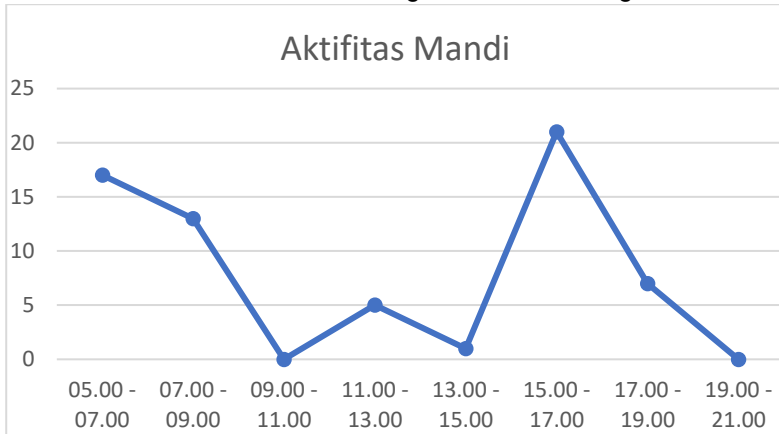
Sumber: Hasil Kuisisioner

Jam aktifitas memasak warga Kec. Kademangan



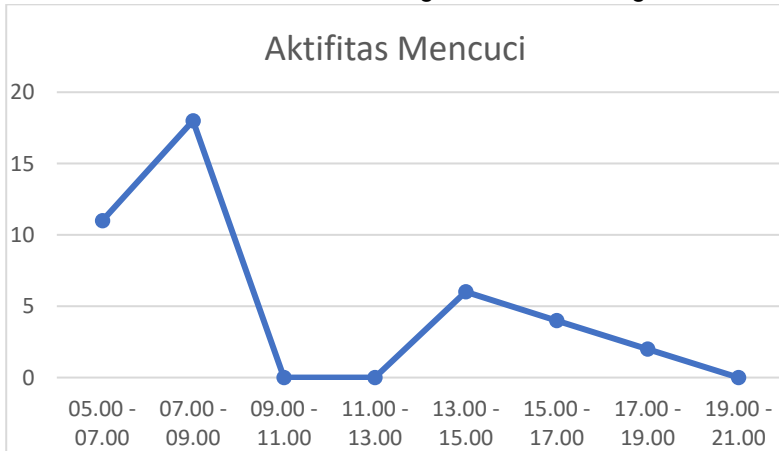
Sumber: Hasil Kuisisioner

Jam aktifitas mandi warga Kec. Kademangan



Sumber: Hasil Kuisisioner

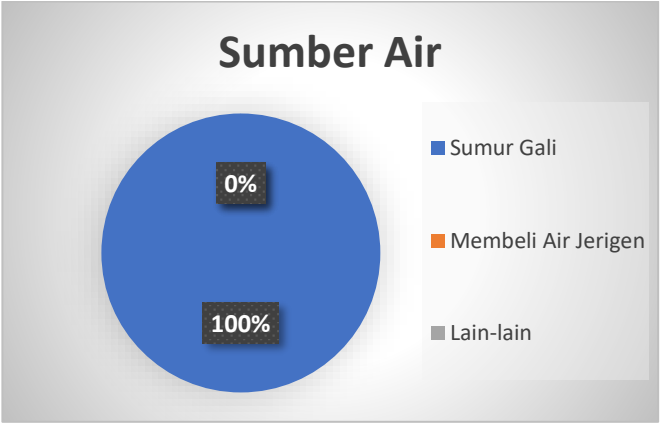
Jam aktifitas mencuci warga Kec. Kademangan



Sumber: Hasil Kuisisioner

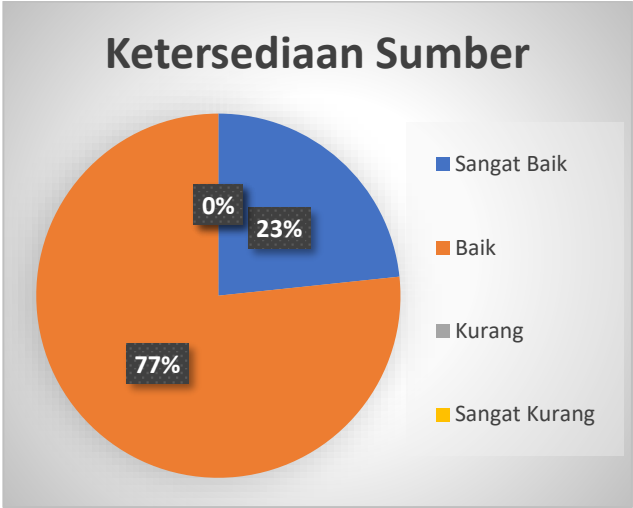
**A.3.2 Grafik Hasil Kuisisioner Kec. Kanigaran**

Jenis sumber air yang digunakan dalam pemenuhan kebutuhan air oleh Warga Kec. Kanigaran



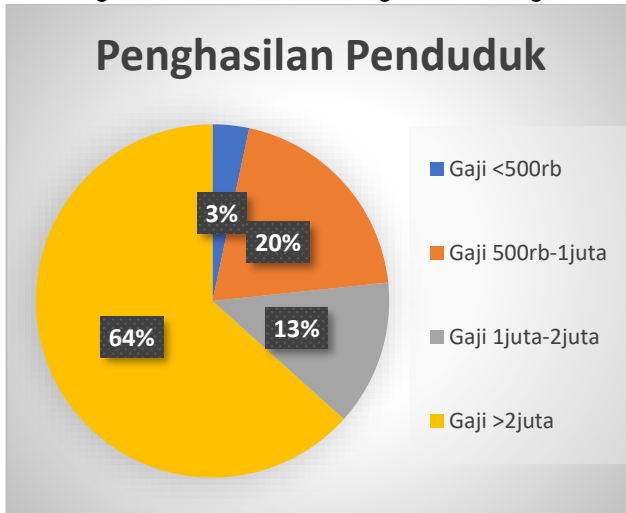
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Ketersediaan sumber air yang digunakan warga Kec. Kanigaran



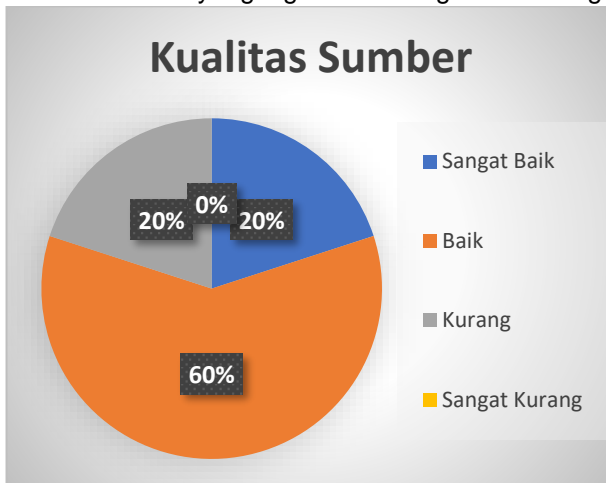
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

### Penghasilan Penduduk Warga Kec. Kanigaran



*Sumber: Hasil Kuisisioner*

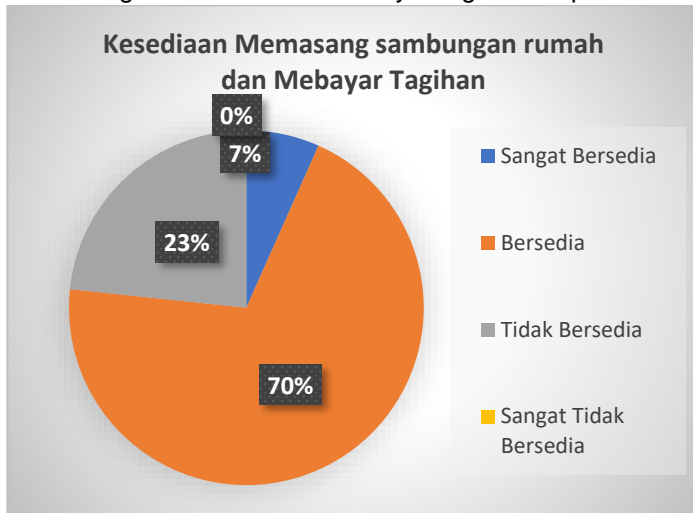
### Kualitas Sumber Air yang digunakan warga Kec. Kanigaran



*Sumber: Hasil Kuisisioner*

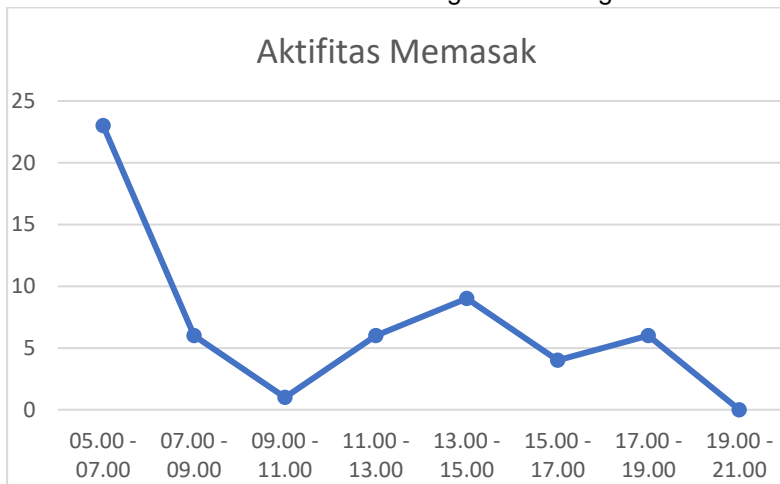


Kesediaan Warga Kec. Kanigaran dalam pemasangan pipa sambungan rumah dan membayar tagihan air perbulan.



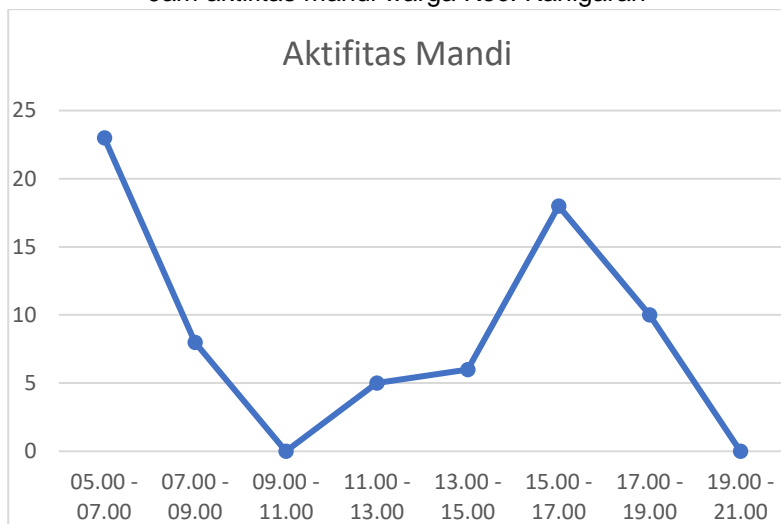
Sumber: Hasil Kuisisioner

Jam aktifitas memasak warga Kec. Kanigaran



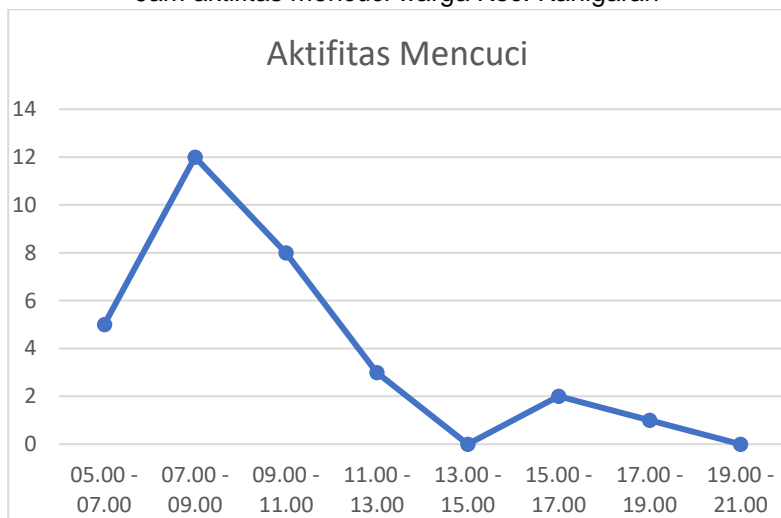
Sumber: Hasil Kuisisioner

Jam aktifitas mandi warga Kec. Kanigaran



Sumber: Hasil Kuisisioner

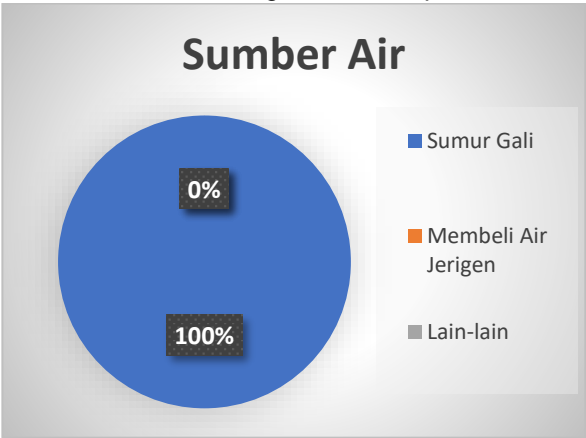
Jam aktifitas mencuci warga Kec. Kanigaran



Sumber: Hasil Kuisisioner

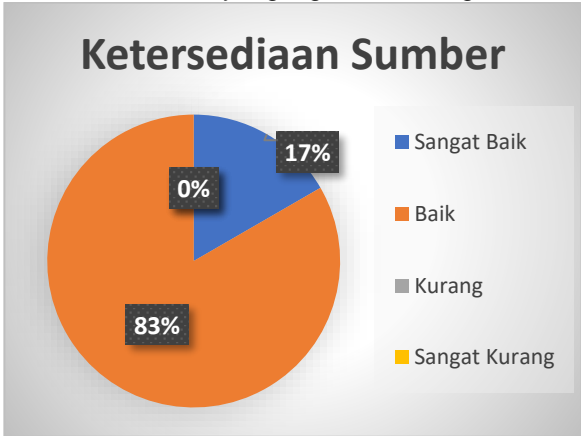
**A.3.3 Grafik Hasil Kuisisioner Kec. Kedopok**

Jenis sumber air yang digunakan dalam pemenuhan kebutuhan air oleh Warga Kec. Kedopok



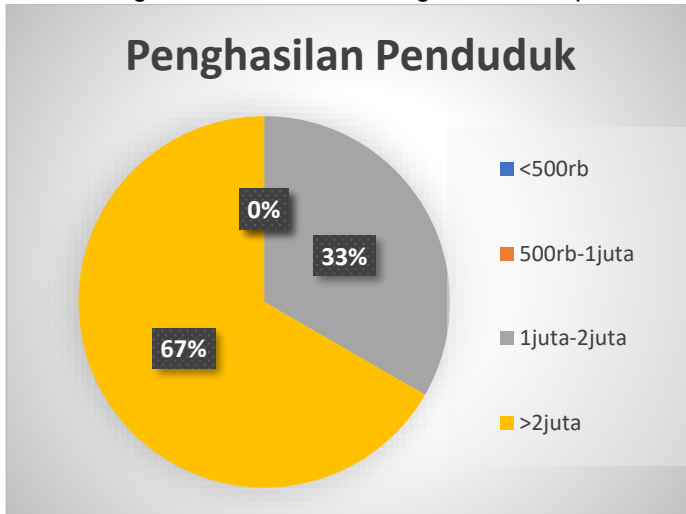
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Ketersediaan sumber air yang digunakan warga Kec. Kedopok



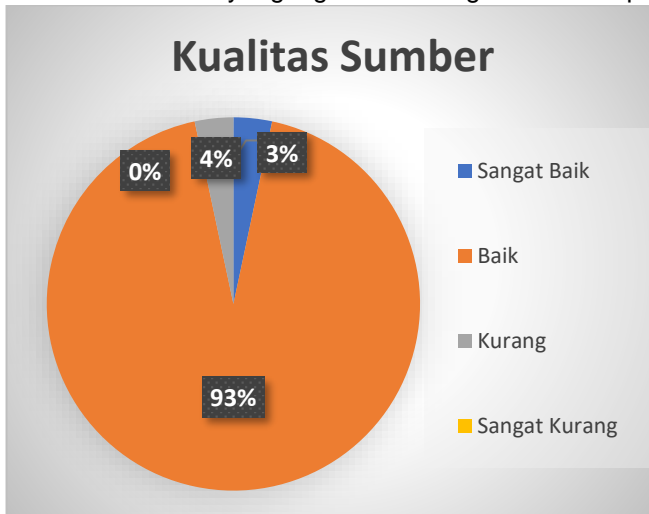
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

### Penghasilan Penduduk Warga Kec. Kedopok



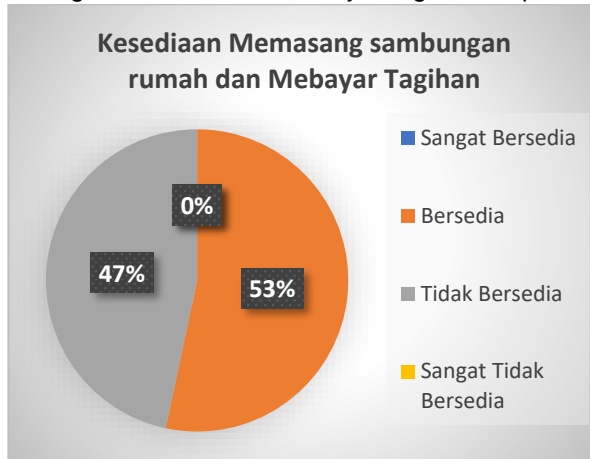
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

### Kualitas Sumber Air yang digunakan warga Kec. Kedopok



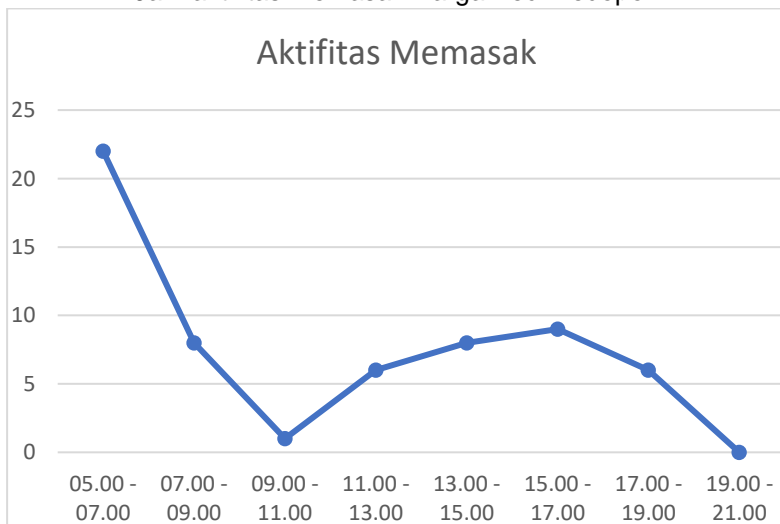
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Kesediaan Warga Kec. Kedopok dalam pemasangan pipa sambungan rumah dan membayar tagihan air perbulan.



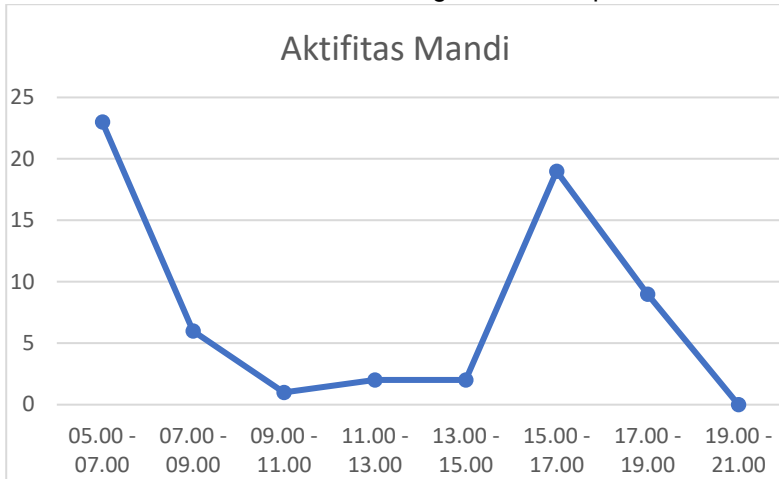
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Jam aktifitas memasak warga Kec. Kedopok



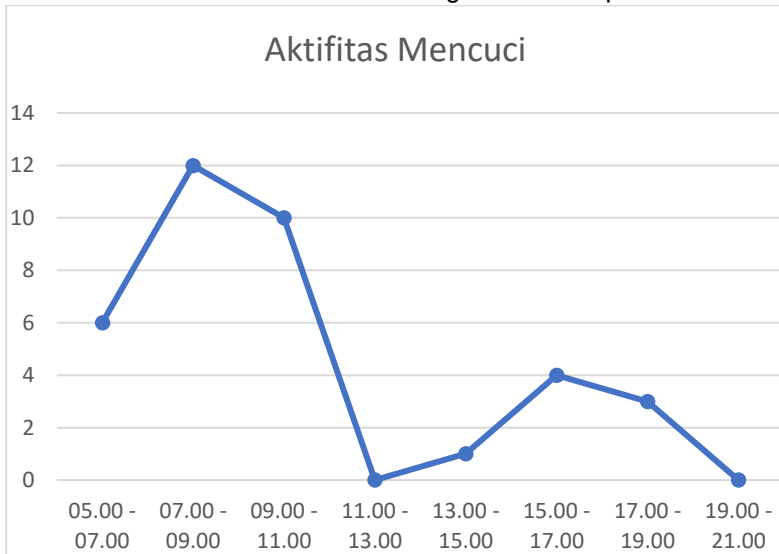
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Jam aktifitas mandi warga Kec. Kedopok



*Sumber: Hasil Kuisisioner*

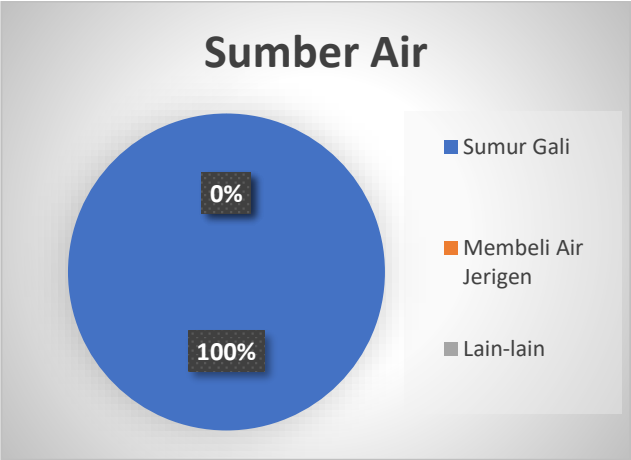
Jam aktifitas mencuci warga Kec. Kedopok



*Sumber: Hasil Kuisisioner*

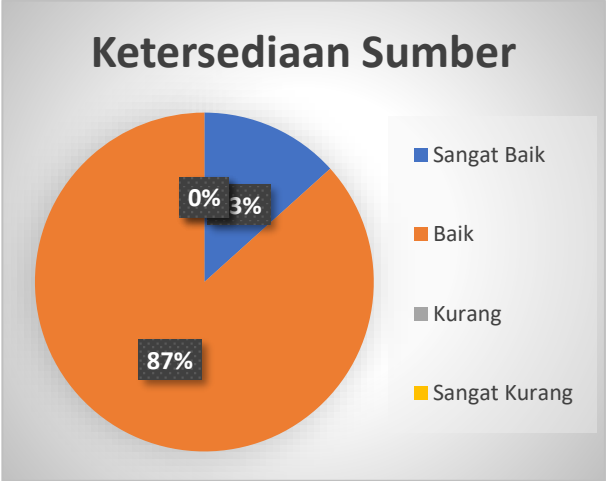
**A.3.4 Grafik Hasil Kuisisioner Kec. Wonoasih**

Jenis sumber air yang digunakan dalam pemenuhan kebutuhan air oleh Warga Kec. Wonoasih



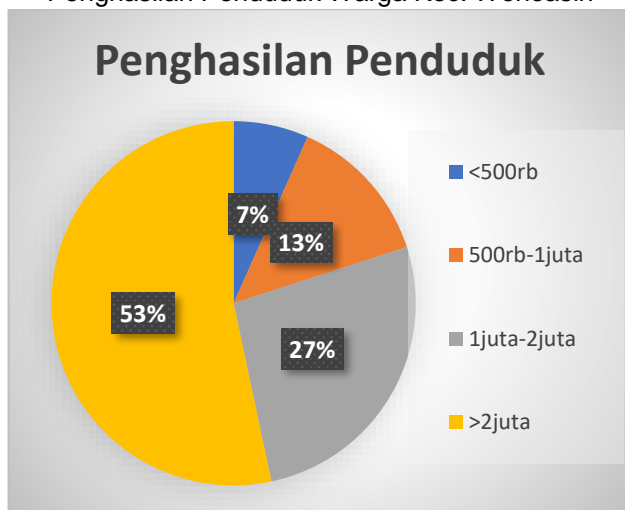
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Ketersediaan sumber air yang digunakan warga Kec. Wonoasih



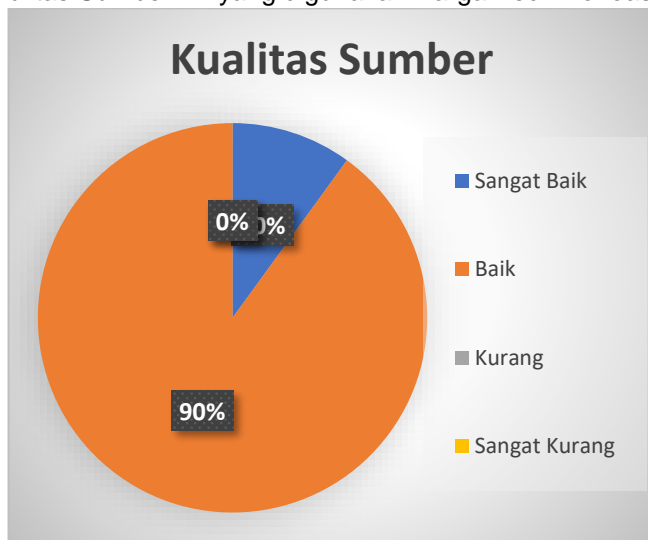
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

### Penghasilan Penduduk Warga Kec. Wonoasih



*Sumber: Hasil Kuisisioner*

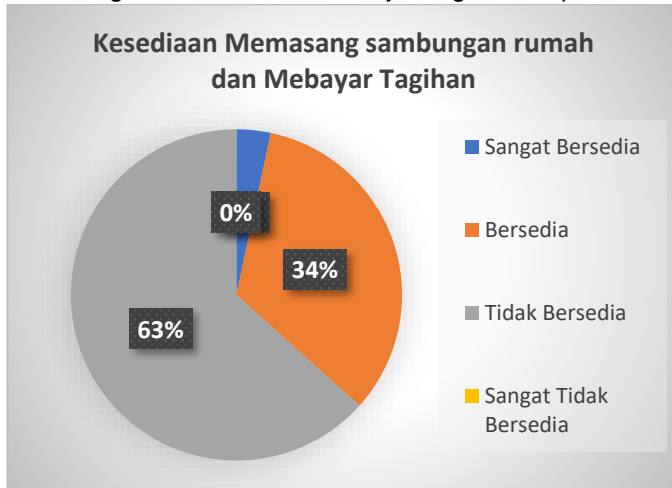
### Kualitas Sumber Air yang digunakan warga Kec. Wonoasih



*Sumber: Hasil Kuisisioner*

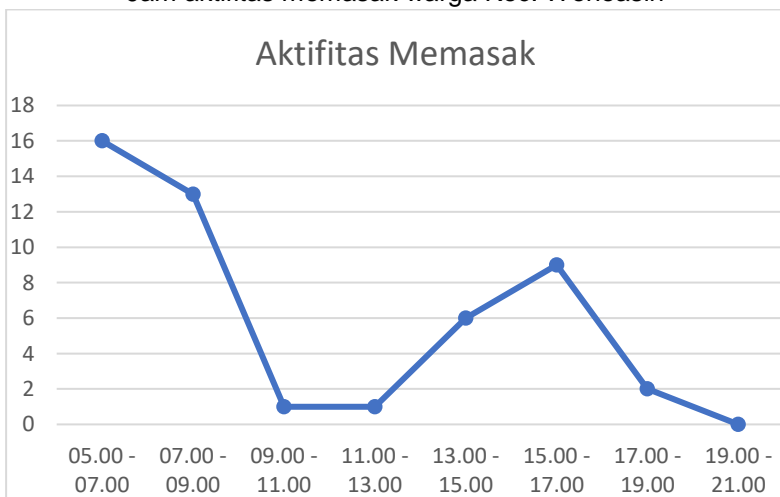


Kesediaan Warga Kec. Kedopok dalam pemasangan pipa sambungan rumah dan membayar tagihan air perbulan.



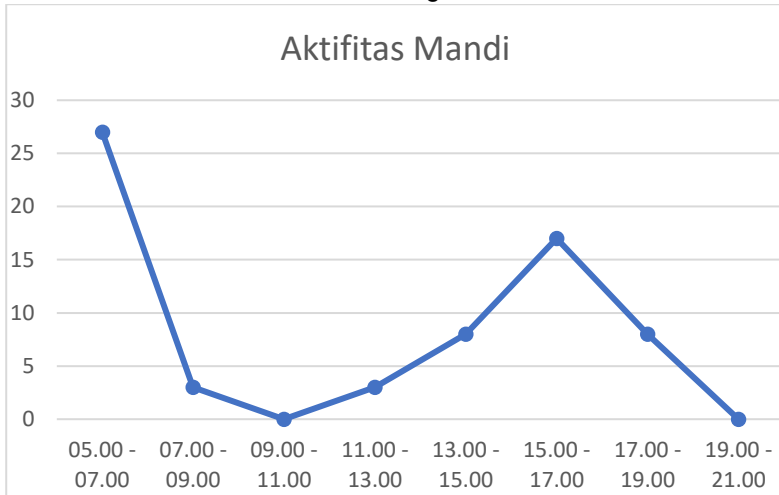
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Jam aktifitas memasak warga Kec. Wonoasih



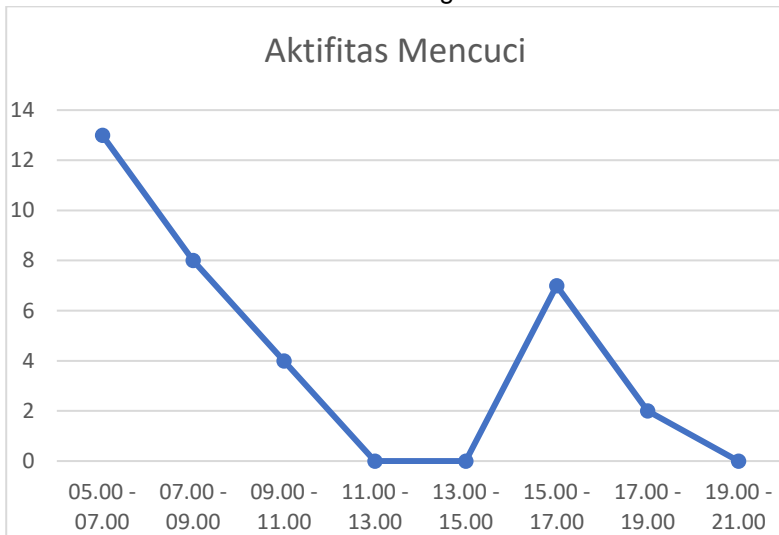
*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Jam aktifitas mandi warga Kec. Wonoasih



*Sumber: Hasil Kuisisioner*

Jam aktifitas mencuci warga Kec. Wonoasih



*Sumber: Hasil Kuisisioner*

#### A.4 Koordinat titik-titik *Junction*

Junction ID	Latitude	Longitude	elevasi (m)
J01	7°44'12.95"S	113°13'0.66"E	7
J02	7°44'13.86"S	113°13'5.92"E	6
J03	7°44'41.27"S	113°12'49.25"E	9
J04	7°44'42.99"S	113°13'5.73"E	10
J05	7°44'43.45"S	113°13'10.20"E	10
J06	7°44'56.58"S	113°12'36.23"E	11
J07	7°45'0.93"S	113°12'35.89"E	11
J08	7°45'9.09"S	113°12'36.43"E	12
J09	7°45'12.39"S	113°12'37.03"E	13
J10	7°45'12.38"S	113°12'36.88"E	13
J11	7°45'12.56"S	113°12'55.14"E	15
J12	7°45'8.03"S	113°13'12.37"E	13
J13	7°45'16.97"S	113°13'11.24"E	15
J14	7°45'17.56"S	113°13'10.92"E	16
J15	7°45'17.57"S	113°13'11.61"E	15
J16	7°45'32.54"S	113°13'43.08"E	15
J17	7°45'32.79"S	113°13'42.84"E	15
J18	7°45'23.17"S	113°13'8.48"E	15
J19	7°45'23.36"S	113°13'9.34"E	15
J20	7°45'19.42"S	113°13'14.25"E	15
J21	7°45'12.72"S	113°12'54.03"E	15
J22	7°45'12.45"S	113°12'43.36"E	12
J23	7°45'13.94"S	113°12'7.58"E	8
J24	7°45'18.87"S	113°10'39.40"E	12
J25	7°45'30.51"S	113°11'32.27"E	13
J26	7°47'12.23"S	113°11'14.04"E	37
J27/Tap46	7°47'15.79"S	113°11'20.23"E	37

Junction ID	Latitude	Longitude	elevasi (m)
J28	7°47'59.80"S	113°12'28.76"E	40
J29	7°48'18.68"S	113°12'58.26"E	38
J30	7°48'43.46"S	113°13'35.65"E	36
J31	7°46'51.38"S	113°13'41.68"E	22
J32	7°49'8.22"S	113°13'33.51"E	38
J33	7°48'21.82"S	113°11'7.24"E	50
JP1.a	7°44'14.53"S	113°13'8.10"E	5
JP1.b	7°44'14.79"S	113°13'8.68"E	5
JP2.a	7°45'33.39"S	113°13'42.83"E	15
JP2.b	7°45'33.43"S	113°13'43.17"E	15
JP3.a	7°48'7.98"S	113°12'43.20"E	39
JP3.b	7°48'8.21"S	113°12'43.40"E	39
Ronggo Jalu	7°51'2.85"S	113°14'39.39"E	42
Tap 40	7°46'55.75"S	113°13'41.81"E	23
Tap01	7°44'22.89"S	113°13'6.13"E	8
Tap02	7°44'13.06"S	113°13'1.06"E	7
Tap03	7°44'13.53"S	113°13'4.28"E	6
Tap04	7°44'40.74"S	113°12'36.82"E	6
Tap05	7°44'42.98"S	113°13'5.57"E	10
Tap06	7°44'26.78"S	113°13'5.86"E	8
Tap07	7°44'44.27"S	113°13'15.63"E	12
Tap08	7°45'13.80"S	113°12'11.43"E	9
Tap09	7°45'12.00"S	113°12'47.47"E	13
Tap10	7°45'13.71"S	113°13'1.16"E	15
Tap11	7°45'19.05"S	113°13'14.83"E	14
Tap12	7°45'28.41"S	113°13'34.43"E	14
Tap13	7°45'32.41"S	113°13'42.81"E	15
Tap14	7°45'37.30"S	113°13'43.02"E	15

Junction ID	Latitude	Longitude	elevasi (m)
Tap15	7°45'34.30"S	113°13'43.41"E	15
Tap16	7°45'19.73"S	113°13'14.22"E	15
Tap17	7°45'23.15"S	113°13'8.39"E	15
Tap18	7°45'14.79"S	113°13'5.46"E	17
Tap19	7°45'22.58"S	113°13'6.12"E	16
Tap20	7°45'20.36"S	113°12'53.61"E	14
Tap21	7°45'13.37"S	113°12'21.46"E	12
Tap22	7°45'13.92"S	113°12'9.23"E	9
Tap23	7°45'14.54"S	113°11'44.29"E	9
Tap24	7°45'14.44"S	113°11'39.31"E	9
Tap25	7°45'13.68"S	113°11'23.54"E	10
Tap26	7°45'12.83"S	113°10'41.79"E	11
Tap27	7°45'10.44"S	113°10'43.00"E	11
Tap28	7°45'12.68"S	113°10'41.84"E	11
Tap29	7°45'22.04"S	113°10'38.23"E	13
Tap30	7°45'22.22"S	113°10'38.18"E	13
Tap31	7°45'39.57"S	113°10'31.45"E	15
Tap32	7°45'40.27"S	113°10'31.19"E	15
Tap33	7°45'47.34"S	113°10'28.65"E	18
Tap34	7°46'0.07"S	113°10'23.80"E	20
Tap35	7°46'9.42"S	113°10'19.86"E	25
Tap36	7°47'12.64"S	113°11'14.74"E	37
Tap37	7°47'24.22"S	113°12'41.18"E	33
Tap38	7°46'11.69"S	113°13'2.98"E	22
Tap39	7°46'49.72"S	113°13'31.31"E	23
Tap41	7°48'13.49"S	113°12'49.69"E	38
Tap42	7°48'6.48"S	113°12'41.39"E	38
Tap43	7°48'6.15"S	113°12'40.90"E	38

Junction ID	Latitude	Longitude	elevasi (m)
Tap44	7°48'1.44"S	113°12'31.62"E	39
Tap45	7°46'20.38"S	113°10'15.97"E	25
Tap47	7°47'30.14"S	113°13'43.96"	30
Tap48	7°47'18.46"S	113°13'43.14"E	29

*Sumber: Hasil Pengamatan GPS (satelit)*

# **LAMPIRAN B**

## **(HASIL PERHITUNGAN)**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



**B.1 Hasil Proyeksi Fasilitas Umum****B.1.1 Hasil Proyeksi Fasilitas Sosial Umum Kota Probolinggo Tahun 2017-2026**

Kademangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Triwung Kidul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Kademangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pohsangit Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pilang	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Trwiung Lor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ketapang	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Jumlah	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
Kedopak		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Sumber Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kareng Lor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jrebeng Kulon	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jrebeng Lor	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Jrebeng Wetan	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	Kedopak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9
Wonoasih		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026

	Wonoasih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pakis Taji	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Kedunggaleng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedungasem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sumber Taman	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Jumlah	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7
Mayangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wiroborang	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11
	Jati	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Sukabumi	26	26	26	26	26	26	25	25	25	25
	Mangunharjo	47	47	48	48	48	48	49	49	49	49
	Mayangan	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28
	Jumlah	132	133	133	134	134	135	136	136	137	137

Kanigaran		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Curahgrinting	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
	Kanigaran	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19
	Kebonsari Wetan	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Sukoharjo	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Kebonsari Kulon	20	20	20	20	20	20	20	20	21	21
	Tisnonegaran	16	16	16	17	17	17	17	17	18	18
	Jumlah	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75

*Sumber: Hasil Perhitungan*

### B.1.2 Hasil Proyeksi Fasilitas Sosial Khusus Kota Probolinggo Tahun 2017-2026

Kademangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Triwung Kidul	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Kademangan	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Pohsangit Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pilang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Trwiung Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ketapang	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Jumlah	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13
Kedopak		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Sumber Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kareng Lor	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Jrebeng Kulon	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Jrebeng Lor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jrebeng Wetan	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	Kedopak	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Jumlah	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13

Wonoasih		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wonoasih	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jrebeng Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pakis Taji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedunggaleng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedungasem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sumber Taman	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Jumlah	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Mayangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wiroborang	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8
	Jati	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Sukabumi	37	37	37	37	36	36	36	36	36	36
	Mangunharjo	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26
	Mayangan	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
	Jumlah	91	91	91	92	92	92	92	92	93	93

Kanigaran		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Curahgrinting	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Kanigaran	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17
	Kebonsari Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukoharjo	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Kebonsari Kulon	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Tisnonegaran	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22
	Jumlah	62	62	63	63	64	64	65	65	66	66

*Sumber: Hasil Perhitungan*

### B.1.3 Hasil Proyeksi Fasilitas Instansi Kota Probolinggo Tahun 2017-2026

Kademangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Triwung Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kademangan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pohsangit Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pilang	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Trwiung Lor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ketapang	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Jumlah	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8
Kedopok		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Sumber Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kareng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Wetan	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	Kedopok	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Jumlah	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8

Wonoasih		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wonoasih	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jrebeng Kidul	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	Pakis Taji	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Kedunggaleng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedungasem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sumber Taman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jumlah	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15
Mayangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wiroborang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Jati	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	Sukabumi	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
	Mangunharjo	28	28	28	28	29	29	29	29	29	29
	Mayangan	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27
	Jumlah	124	124	125	125	126	126	127	128	128	129



Kanigaran		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Curahgrinting	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Kanigaran	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14
	Kebonsari Wetan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sukoharjo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Kebonsari Kulon	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Tisnonegaran	51	52	52	53	53	54	55	55	56	56
	Jumlah	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83

*Sumber: Hasil Perhitungan*

#### B.1.4 Hasil Proyeksi Fasilitas Niaga Kecil Kota Probolinggo Tahun 2017-2026

Kademangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Triwung Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kademangan	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	Pohsangit Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pilang	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	Trwiung Lor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ketapang	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Jumlah	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24
Kedopak		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Sumber Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kareng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Wetan	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16
	Kedopak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16

Wonoasih		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wonoasih	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jrebeng Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pakis Taji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedunggaleng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedungasem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sumber Taman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mayangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wiroborang	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18
	Jati	107	107	107	107	107	107	107	107	108	108
	Sukabumi	51	51	51	50	50	50	50	50	49	49
	Mangunharjo	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
	Mayangan	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40
	Jumlah	394	395	397	398	400	401	403	404	406	407

Kanigaran		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Curahgrinting	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8
	Kanigaran	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13
	Kebonsari Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukoharjo	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Kebonsari Kulon	187	188	188	189	190	190	191	191	192	193
	Tisnonegaran	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
	Jumlah	300	302	304	306	308	309	311	313	315	317

*Sumber: Hasil Perhitungan*

### B.1.5 Hasil Proyeksi Fasilitas Niaga Besar Kota Probolinggo Tahun 2017-2026

Kademangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Triwung Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kademangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pohsangit Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pilang	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Trwiung Lor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ketapang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Kedopak		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Sumber Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kareng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedopak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Wonoasih		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wonoasih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kidul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pakis Taji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedunggaleng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedungasem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sumber Taman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mayangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wiroborang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jati	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sukabumi	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	Mangunharjo	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Mayangan	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Jumlah	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23

Kanigaran		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Curahgrinting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kanigaran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukoharjo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Kulon	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Tisnonegaran	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21
	Jumlah	23	23	23	24	24	24	24	25	25	25

*Sumber: Hasil Perhitungan*

### B.1.6 Hasil Proyeksi Fasilitas Industri Kecil Kota Probolinggo Tahun 2017-2026

Kademangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Triwung Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kademangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pohsangit Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pilang	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Trwiung Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ketapang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kedopok		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Sumber Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kareng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedopok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Wonoasih		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wonoasih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pakis Taji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedunggaleng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedungasem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sumber Taman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wiroborang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jati	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Sukabumi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mangunharjo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mayangan	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7
	Jumlah	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9

Kanigaran		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Curahgrinting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kanigaran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukoharjo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Kulon	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Tisnonegaran	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jumlah	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

*Sumber: Hasil Perhitungan*

### B.1.7 Hasil Proyeksi Fasilitas Industri Besar Kota Probolinggo Tahun 2017-2026

Kademangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Triwung Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kademangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pohsangit Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pilang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Trwiung Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ketapang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Kedopak		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Sumber Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kareng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedopak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Wonoasih		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wonoasih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pakis Taji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedunggaleng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedungasem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sumber Taman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wiroborang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukabumi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mangunharjo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Mayangan	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Jumlah	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Kanigaran		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Curahgrinting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kanigaran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukoharjo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tisnonegaran	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

*Sumber: Hasil Perhitungan*

### B.1.8 Hasil Proyeksi Fasilitas Khusus Kota Probolinggo Tahun 2017-2026

Kademangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Triwung Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kademangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pohsangit Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pilang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trwiung Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ketapang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kedopak		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Sumber Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kareng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedopak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Wonoasih		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wonoasih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pakis Taji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedunggaleng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedungasem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sumber Taman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wiroborang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukabumi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mangunharjo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mayangan	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Jumlah	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Kanigaran		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Curahgrinting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kanigaran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukoharjo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tisnonegaran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Sumber: Hasil Perhitungan*



### B.1.9 Hasil Proyeksi Fasilitas Targetan Industri Besar Kota Probolinggo Tahun 2017-2026

Kademangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Triwung Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kademangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pohsangit Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pilang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trwiung Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ketapang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kedopok		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Sumber Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kareng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedopok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Wonoasih		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wonoasih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pakis Taji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedunggaleng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedungasem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sumber Taman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wiroborang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukabumi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mangunharjo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mayangan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kanigaran		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Curahgrinting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kanigaran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukoharjo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tisnonegaran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Sumber: Hasil Perhitungan*

### B.1.10 Hasil Proyeksi Fasilitas Industri Khusus Kota Probolinggo Tahun 2017-2026

Kademangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Triwung Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kademangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pohsangit Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pilang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trwiung Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ketapang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kedopak		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Sumber Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kareng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Lor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedopak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Wonoasih		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wonoasih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jrebeng Kidul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pakis Taji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedunggaleng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kedungasem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sumber Taman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayangan		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Wiroborang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukabumi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mangunharjo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mayangan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kanigaran		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Curahgrinting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kanigaran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Wetan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukoharjo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebonsari Kulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tisnonegaran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sumber: Hasil Perhitungan

# **LAMPIRAN C**

## **(GAMBAR-GAMBAR)**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**





JURUSAN

**TEKNIK LINGKUNGAN**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

**Detail Junction Tapping  
Blok 1 - Blok 4**

DOSEN PEMBIMBING

**Alfan Purnomo, ST., MT.**

LEGENDA

- : Meter Air
- : Quadrina
- +— : Flange With Thrust
- ⌋ : Bend Flange 90°
- |— : Gibault Joint
- | | : Gate Valve
- | : Pipa Flange
- +— : Tee all Flange
- | / \ : Check Valve

DRAFTER

**Ekadhana Chana Pratama**  
3313100003

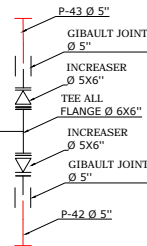
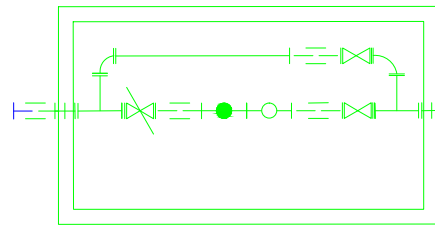
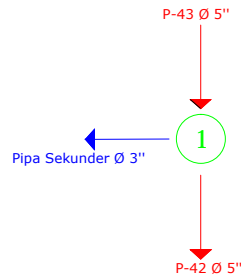
SKALA

No. Gambar

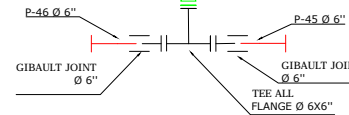
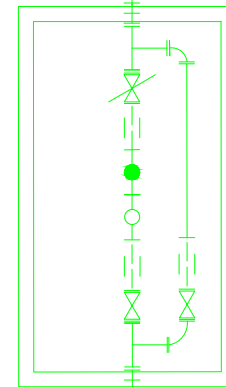
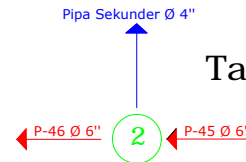
Tanpa Skala

C.1

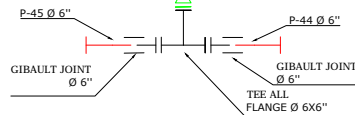
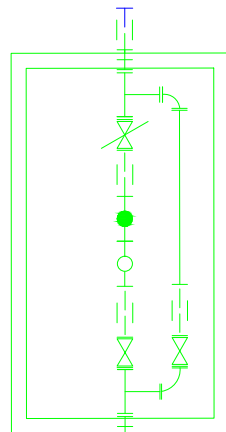
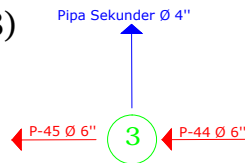
**Tap 1 (Blok-1)**



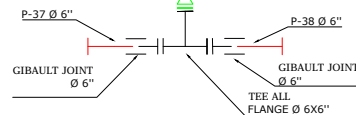
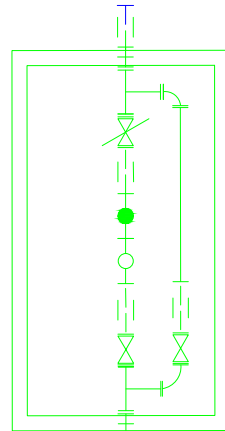
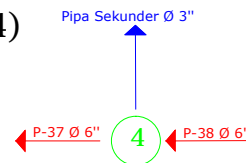
**Tap 2 (Blok-2)**

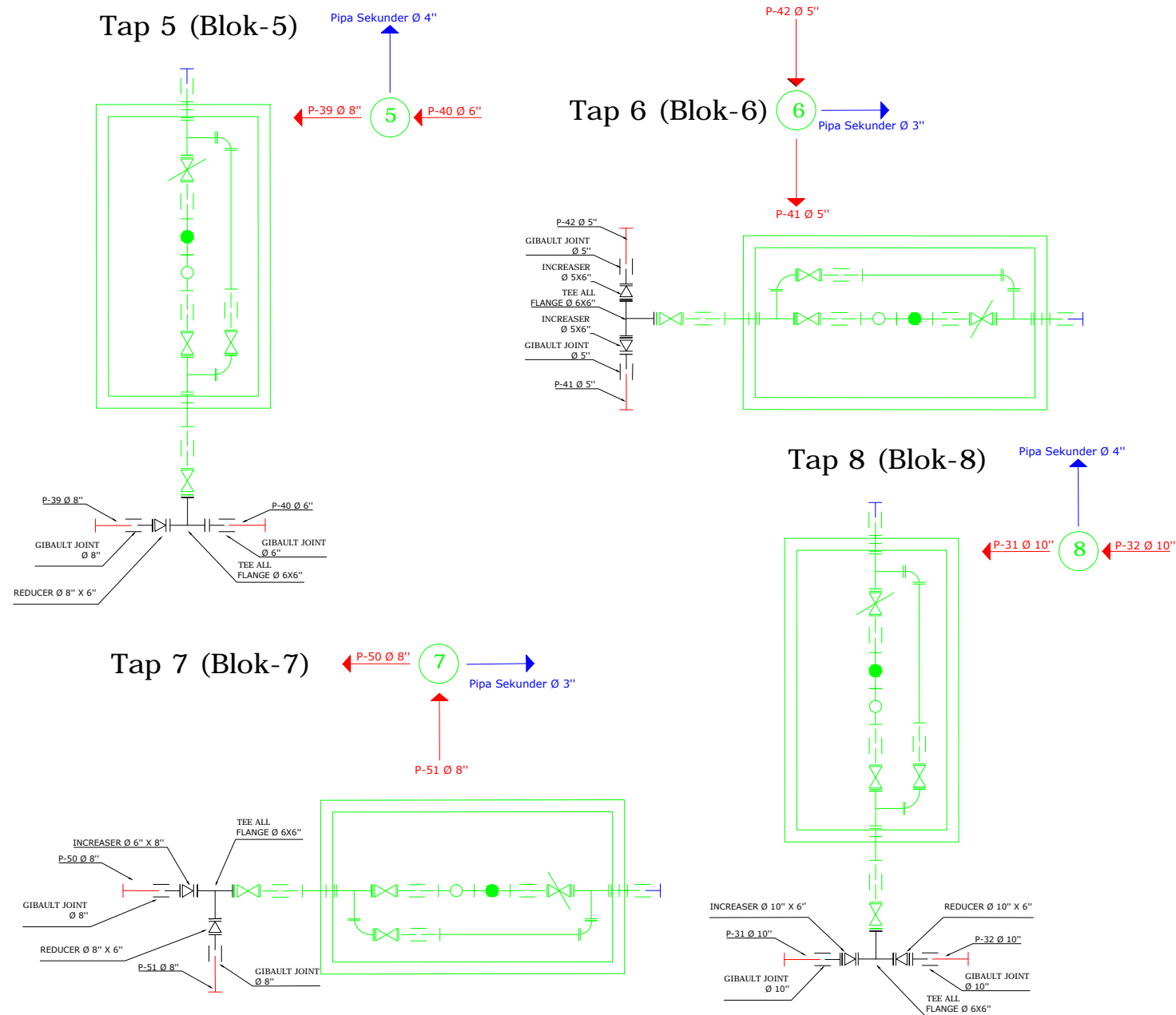


**Tap 3 (Blok-3)**



**Tap 4 (Blok-4)**





JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Detail Junction Tapping  
Blok 5 - Blok 8

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

- : Meter Air
- : Quadrina
- : Flange With Thrust
- ⌋ : Bend Flange 90°
- : Gibault Joint
- ⌞ : Gate Valve
- : Tee all Flange
- ⌞ : Check Valve

DRAFTER

Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

SKALA

No. Gambar

Tanpa Skala

C.2



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Detail Junction Tapping  
Blok 9 - Blok 12

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

- : Meter Air
- : Quadrina
- : Flange With Thrust
- : Bend Flange 90°
- : Gibault Joint
- : Gate Valve
- : Pipa Flange
- : Tee all Flange
- : Check Valve

DRAFTER

Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

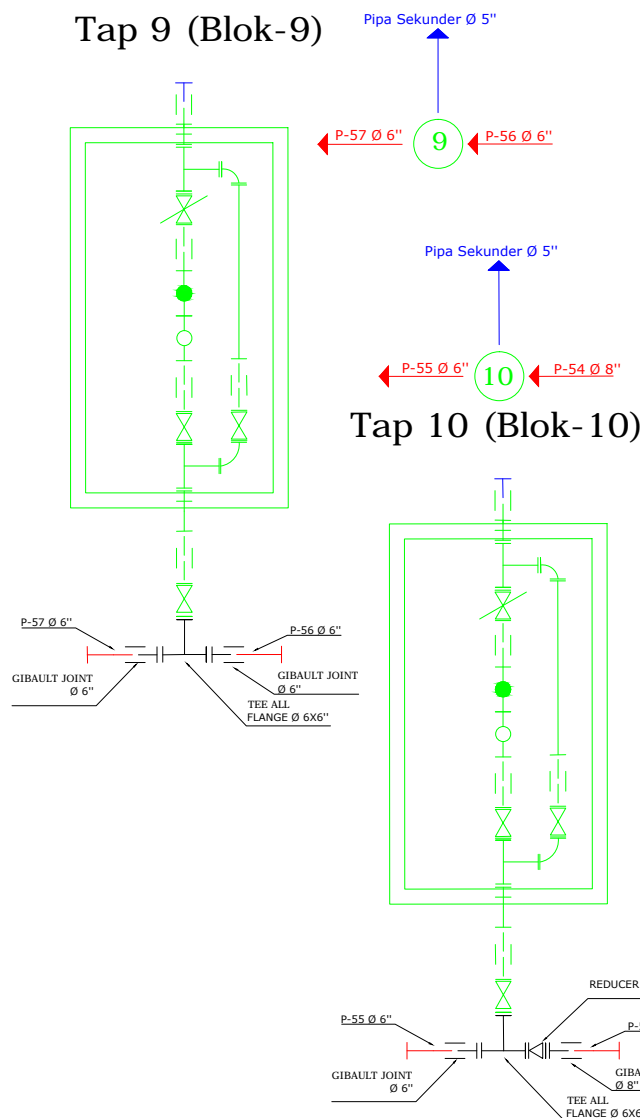
SKALA

No. Gambar

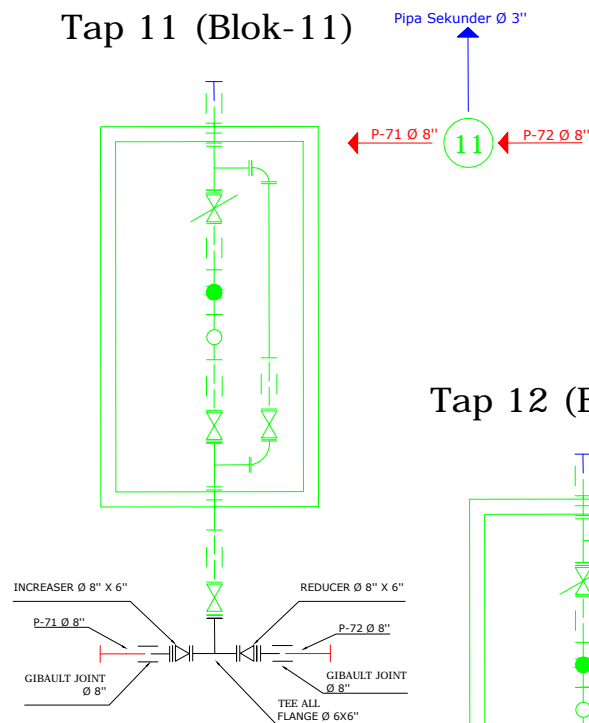
Tanpa Skala

C.3

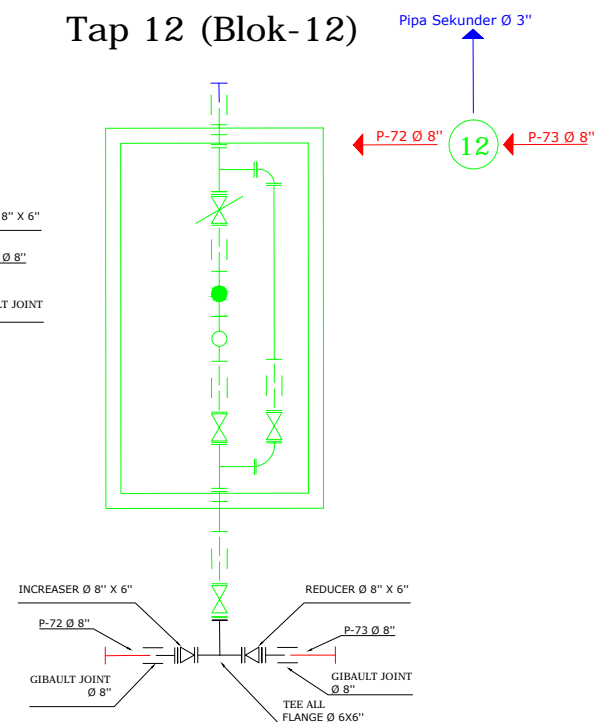
Tap 9 (Blok-9)



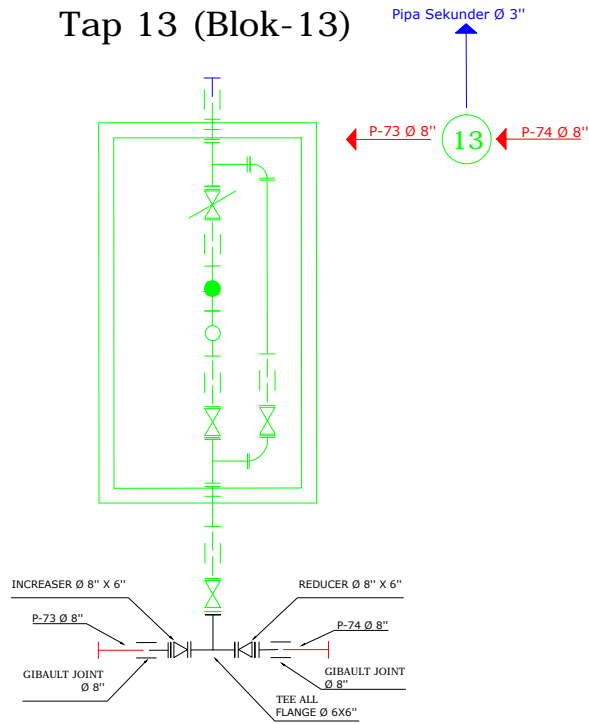
Tap 11 (Blok-11)



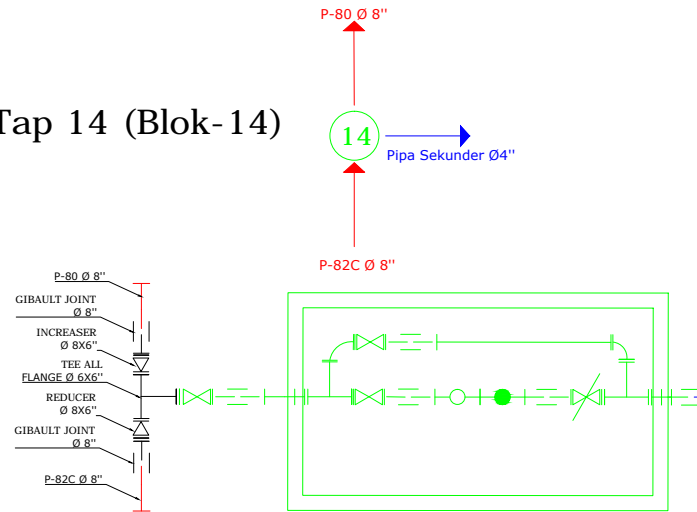
Tap 12 (Blok-12)



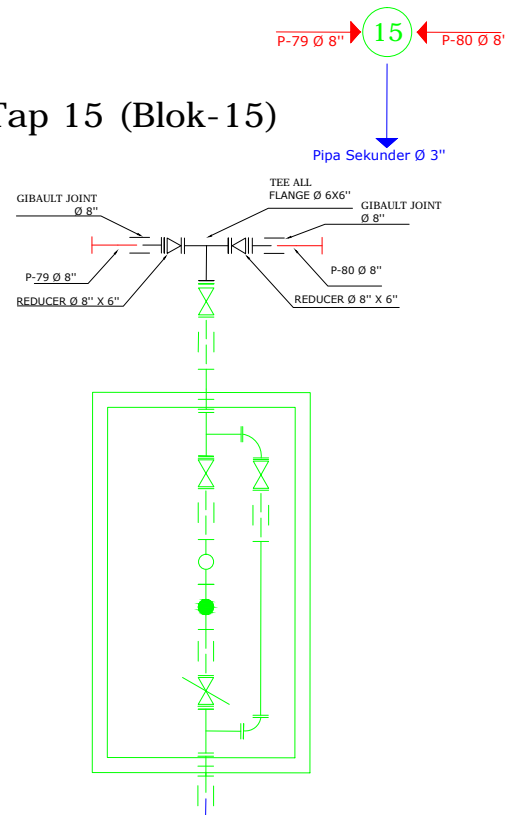
Tap 13 (Blok-13)



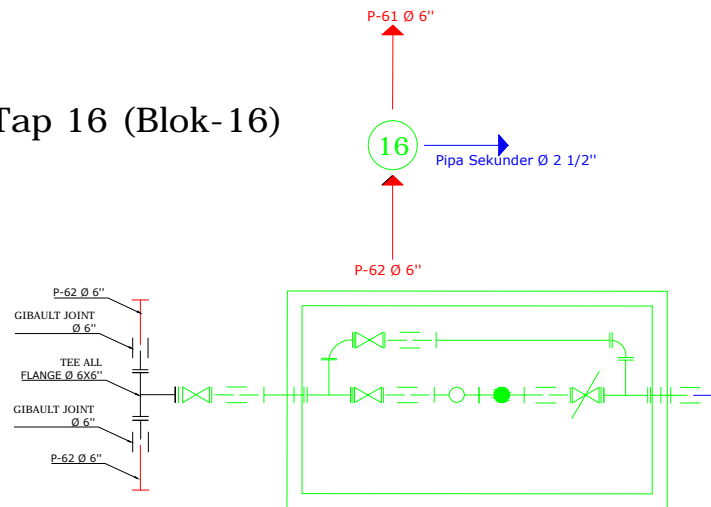
Tap 14 (Blok-14)



Tap 15 (Blok-15)



Tap 16 (Blok-16)



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Detail Junction Tapping  
Blok 13 - Blok 16

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

- : Meter Air
- : Quadrina
- : Flange With Thrust
- ⌋ : Bend Flange 90°
- : Gibault Joint
- ⌋ : Gate Valve
- : Pipa Flange
- ⌋ : Tee all Flange
- ⌋ : Check Valve

DRAFTER

Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

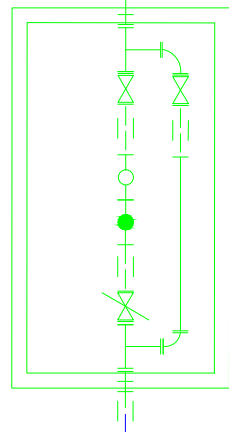
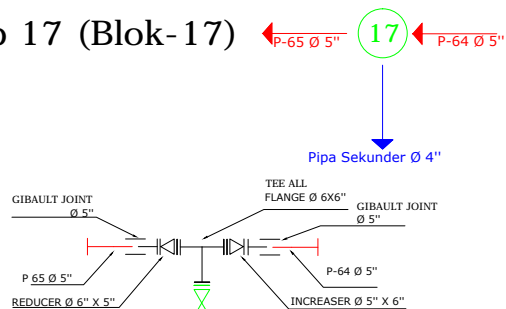
SKALA

No. Gambar

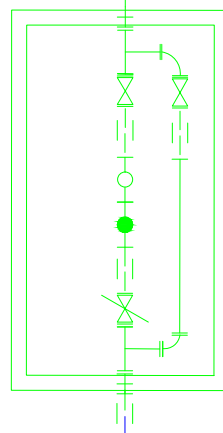
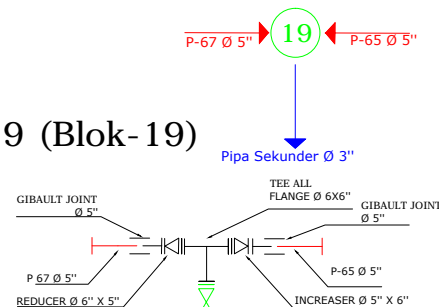
Tanpa Skala

C.4

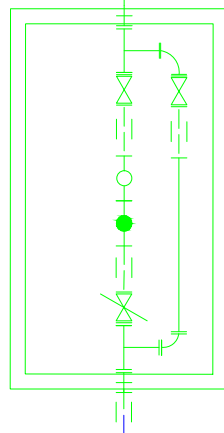
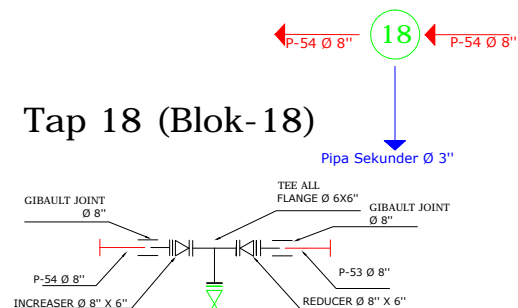
## Tap 17 (Blok-17)



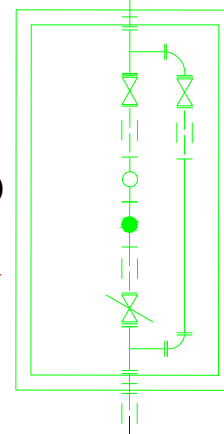
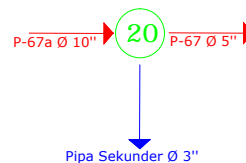
## Tap 19 (Blok-19)



## Tap 18 (Blok-18)



## Tap 20 (Blok-20)



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Detail Junction Tapping  
Blok 17 - Blok 20

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

- : Meter Air
- : Quadrina
- : Flange With Thrust
- ⌋ : Bend Flange 90°
- : Gibault Joint
- ⌋ : Gate Valve
- : Pipa Flange
- : Tee all Flange
- ⌋ : Check Valve

DRAFTER

Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

SKALA

No. Gambar

Tanpa Skala

C.5



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Detail Junction Tapping  
Blok 21 - Blok 24

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

- : Meter Air
- : Quadrina
- : Flange With Thrust
- : Bend Flange 90°
- : Gibault Joint
- : Gate Valve
- : Pipa Flange
- : Tee all Flange
- : Check Valve

DRAFTER

Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

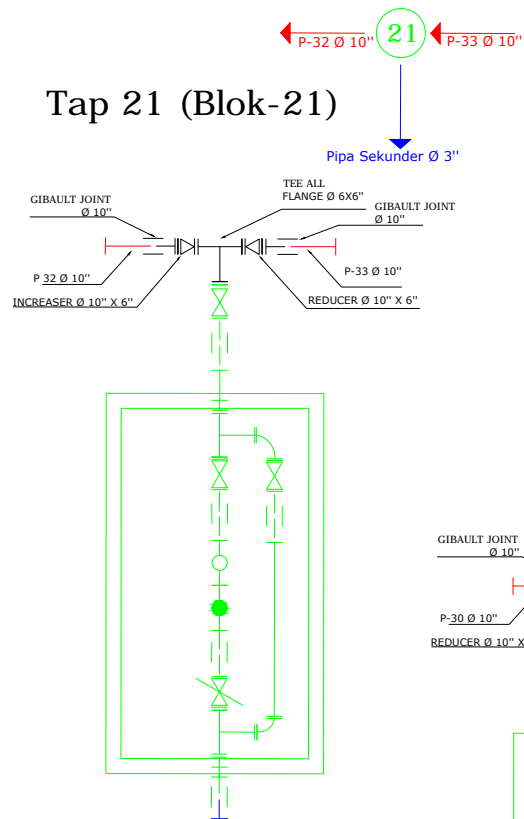
SKALA

No. Gambar

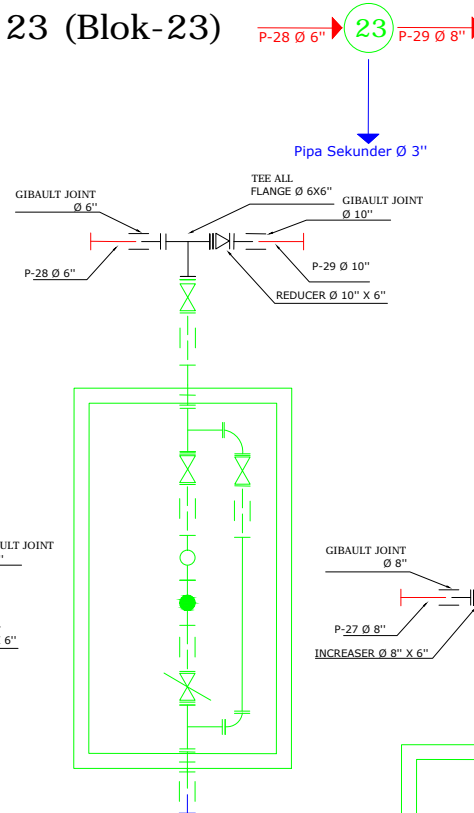
Tanpa Skala

C.6

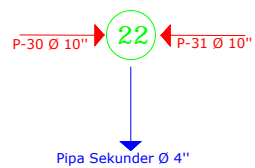
Tap 21 (Blok-21)



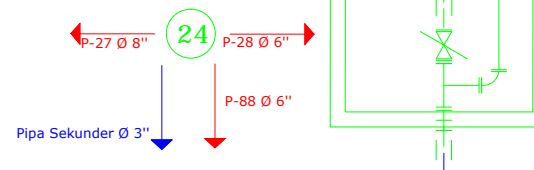
Tap 23 (Blok-23)

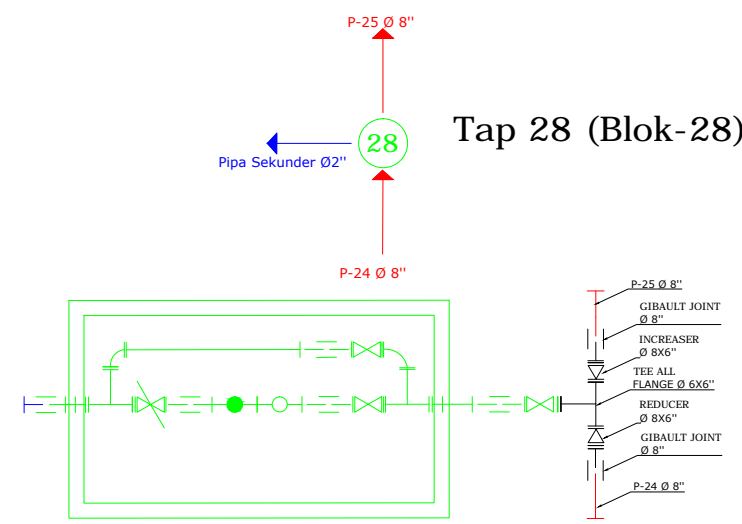
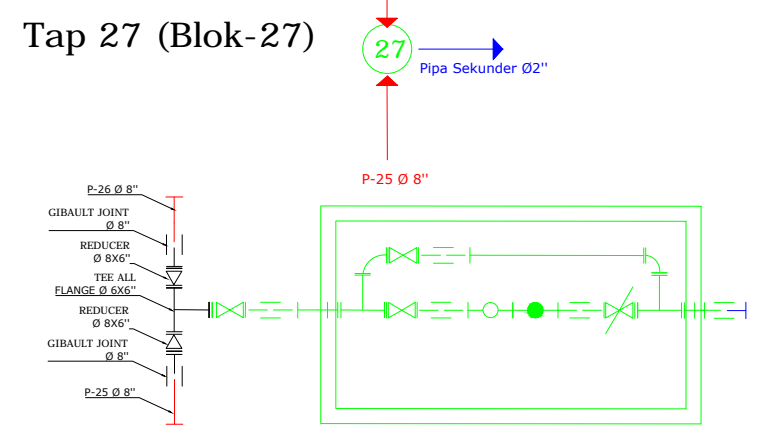
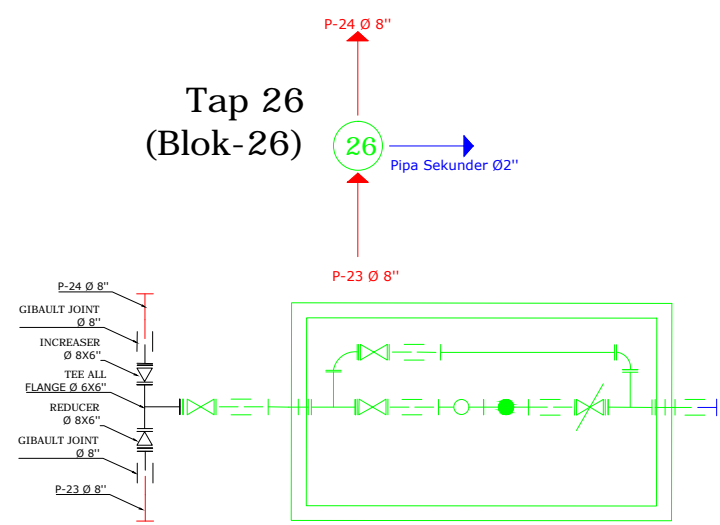
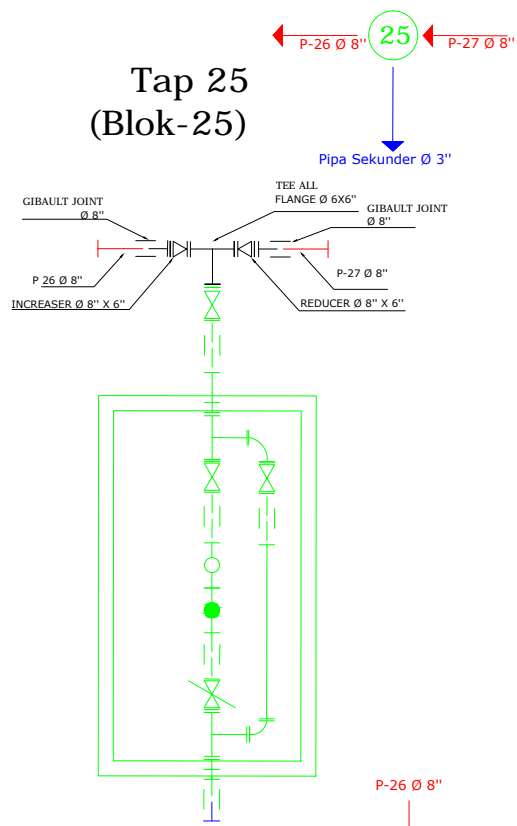


Tap 22 (Blok-22)



Tap 24 (Blok-24)





JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Detail Junction Tapping  
Blok 25 - Blok 28

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

- : Meter Air
- : Quadrina
- ≡ : Flange With Thrust
- ⌋ : Bend Flange 90°
- ≡ : Gibault Joint
- ⌋ : Gate Valve
- ≡ : Tee all Flange
- ⌋ : Check Valve

DRAFTER

Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

SKALA

No. Gambar

Tanpa Skala

C.7



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Detail Junction Tapping  
Blok 29 - Blok 32

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

- : Meter Air
- : Quadrina
- : Flange With Thrust
- : Bend Flange 90°
- : Gibault Joint
- : Gate Valve
- : Pipa Flange
- : Tee all Flange
- : Check Valve

DRAFTER

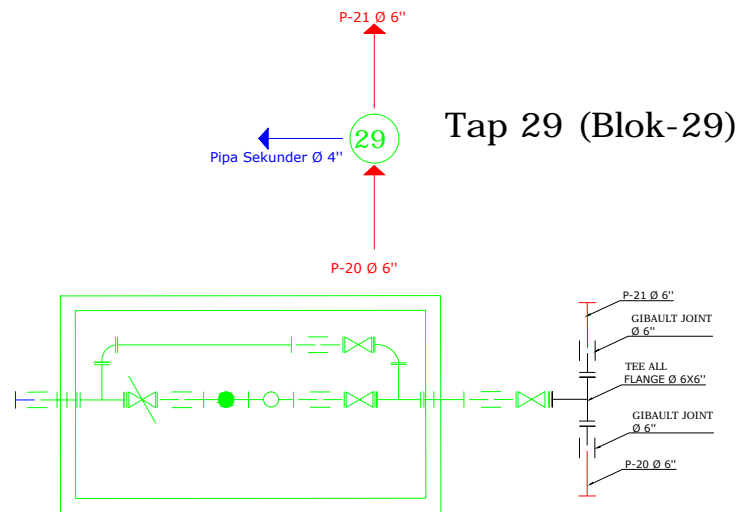
Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

SKALA

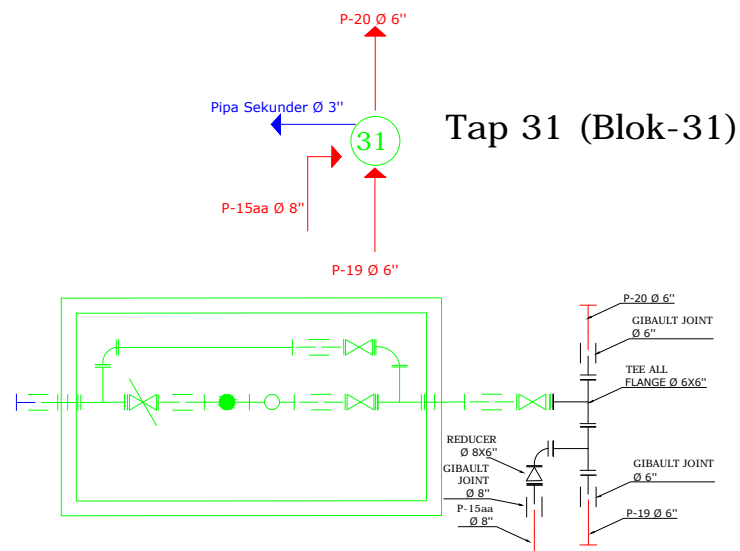
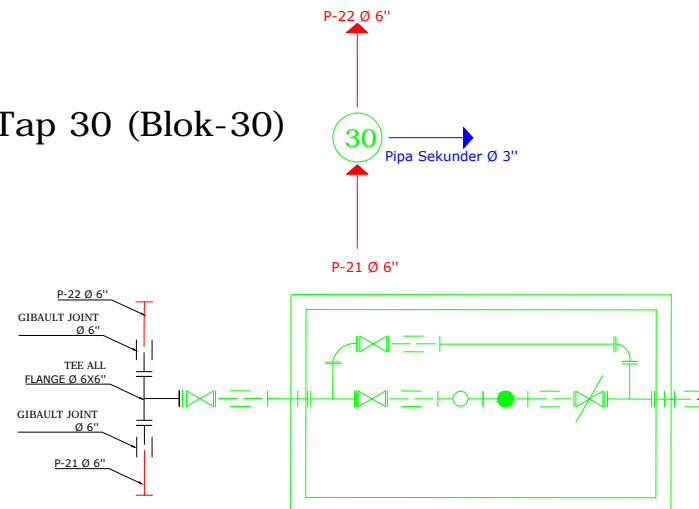
No. Gambar

Tanpa Skala

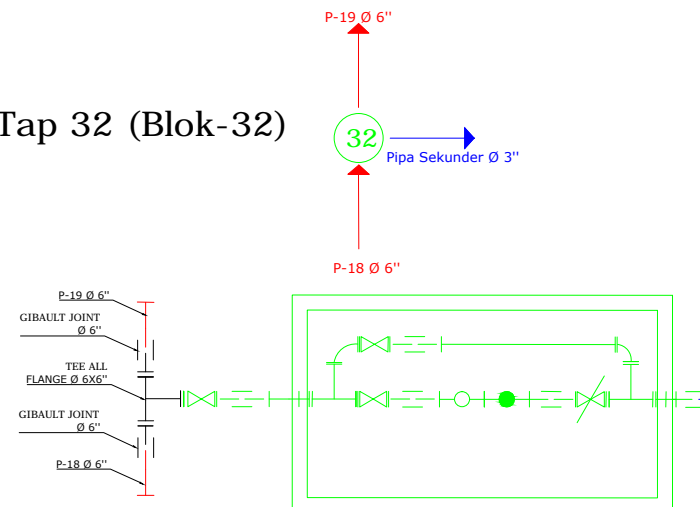
C.8



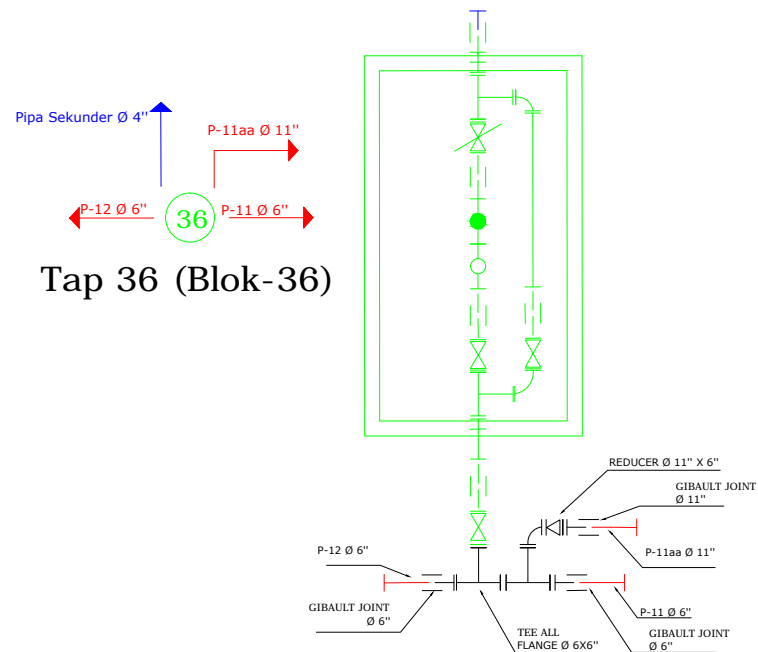
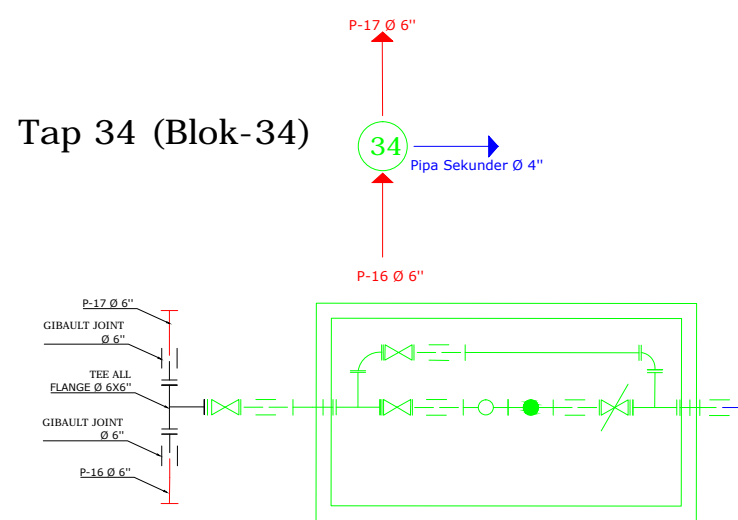
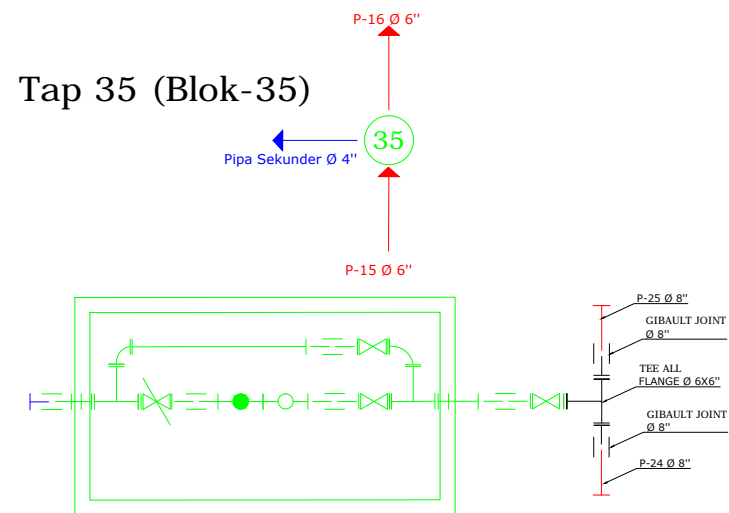
Tap 30 (Blok-30)



Tap 32 (Blok-32)









JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Detail Junction Tapping  
Blok 37 - Blok 40

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

- : Meter Air
- : Quadrina
- : Flange With Thrust
- : Bend Flange 90°
- : Gibault Joint
- : Gate Valve
- : Pipa Flange
- : Tee all Flange
- : Check Valve

DRAFTER

Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

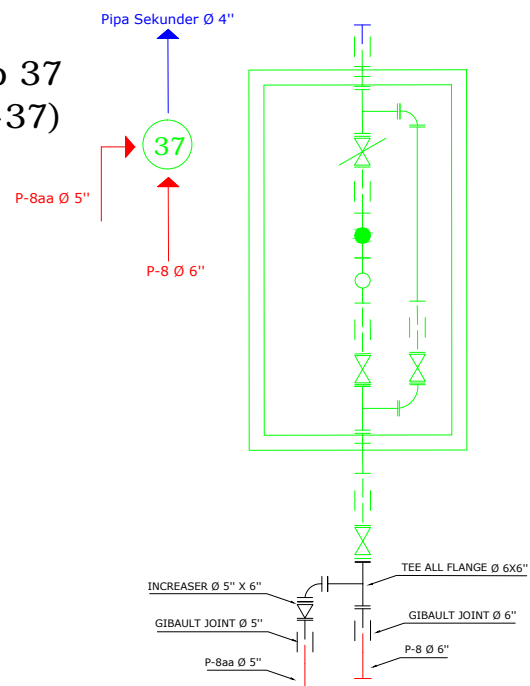
SKALA

No. Gambar

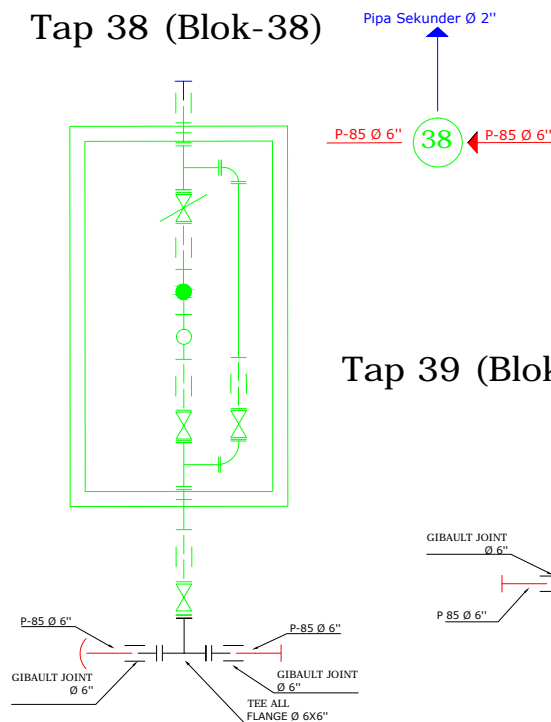
Tanpa Skala

C.10

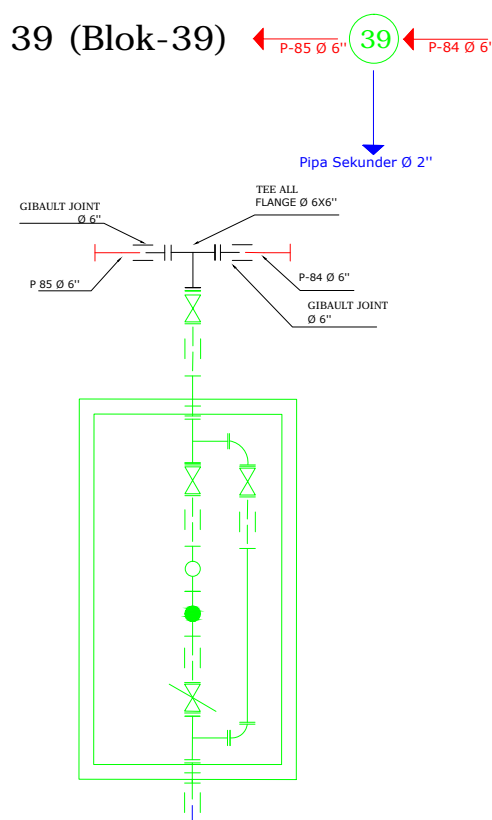
Tap 37  
(Blok-37)



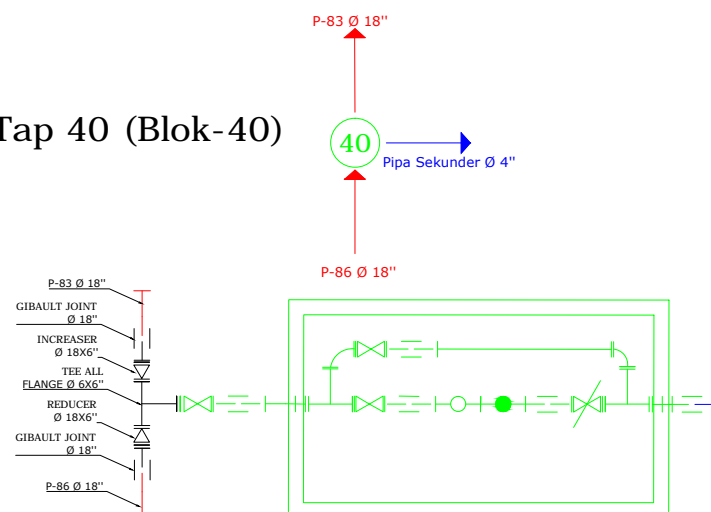
Tap 38 (Blok-38)



Tap 39 (Blok-39)



Tap 40 (Blok-40)





JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Detail Junction Tapping  
Blok 41 - Blok 44

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

- : Meter Air
- : Quadrina
- : Flange With Thrust
- : Bend Flange 90°
- : Gibault Joint
- : Gate Valve
- : Pipa Flange
- : Tee all Flange
- : Check Valve

DRAFTER

Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

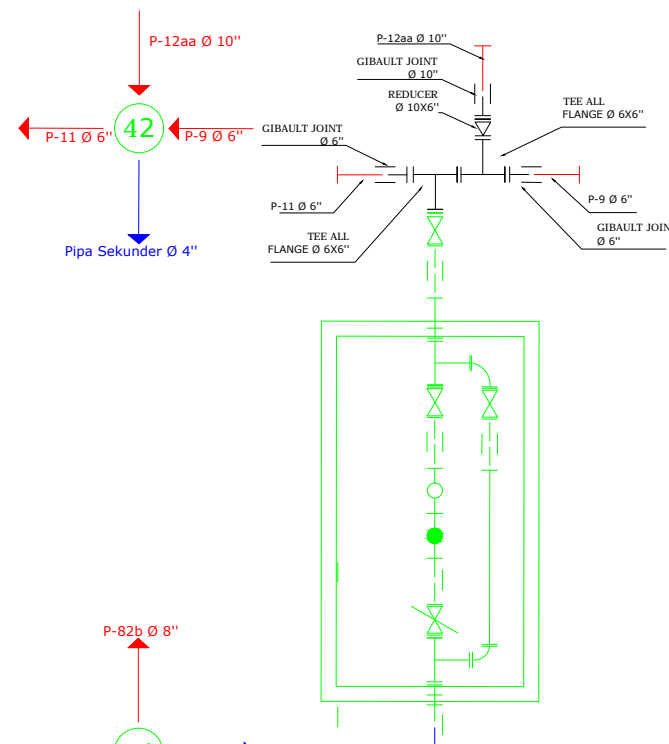
SKALA

No. Gambar

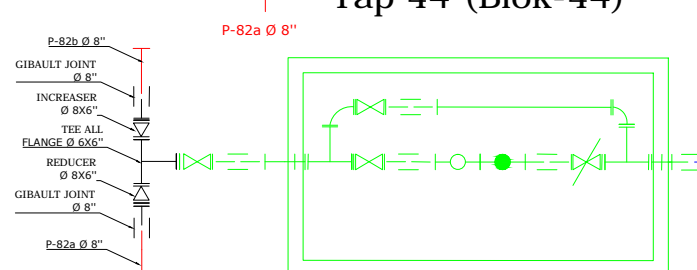
Tanpa Skala

C.11

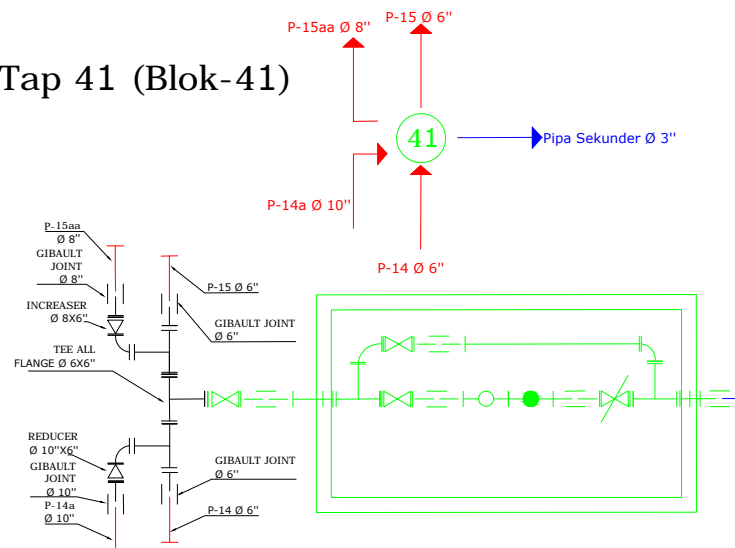
Tap 42 (Blok-42)



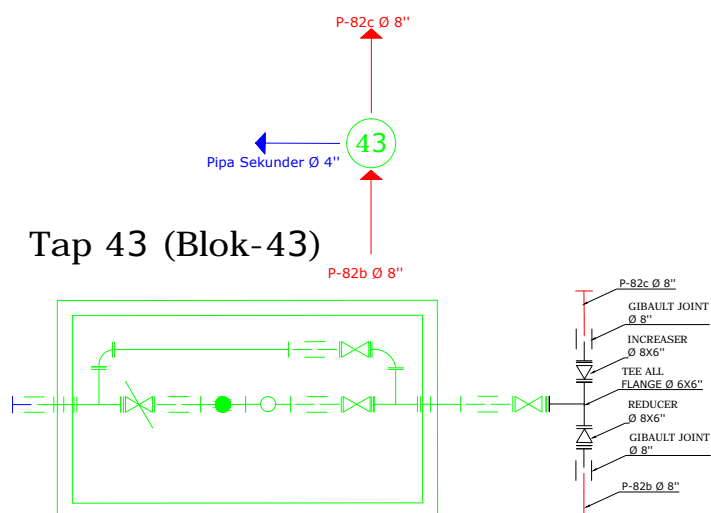
Tap 44 (Blok-44)

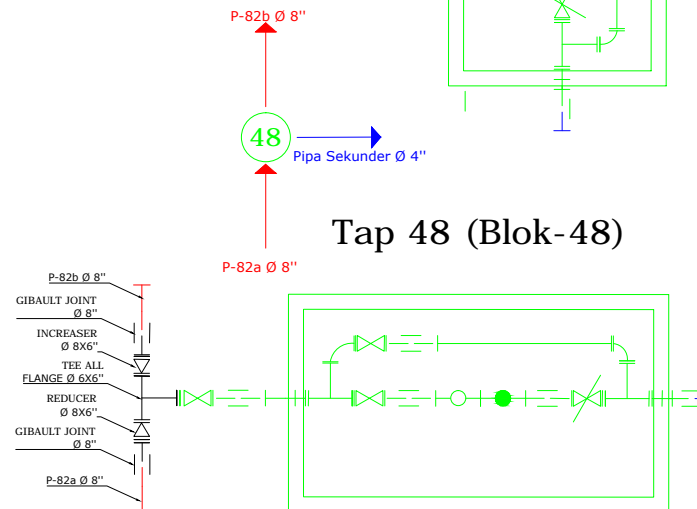
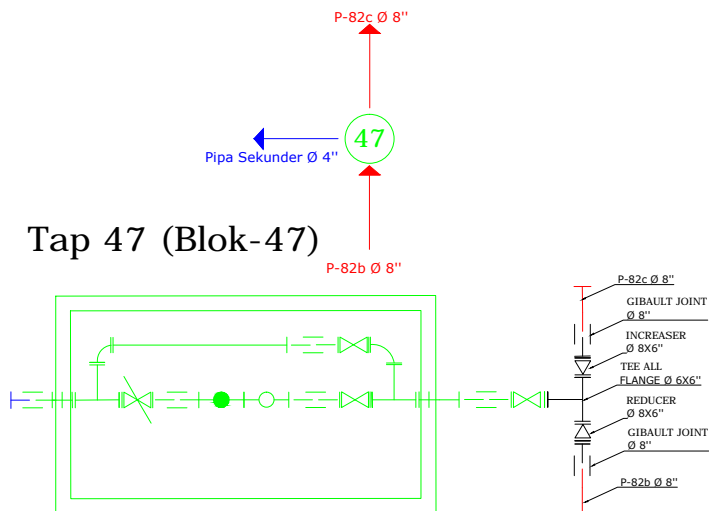
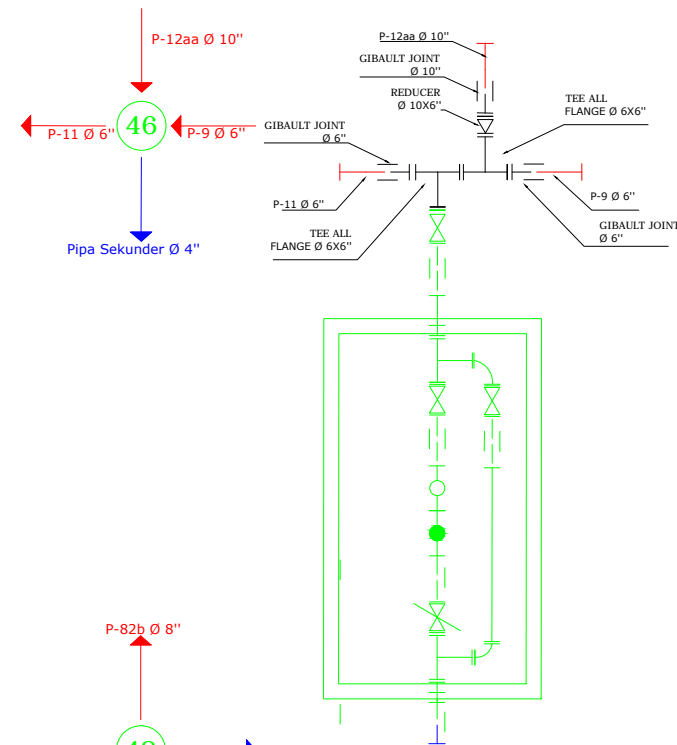
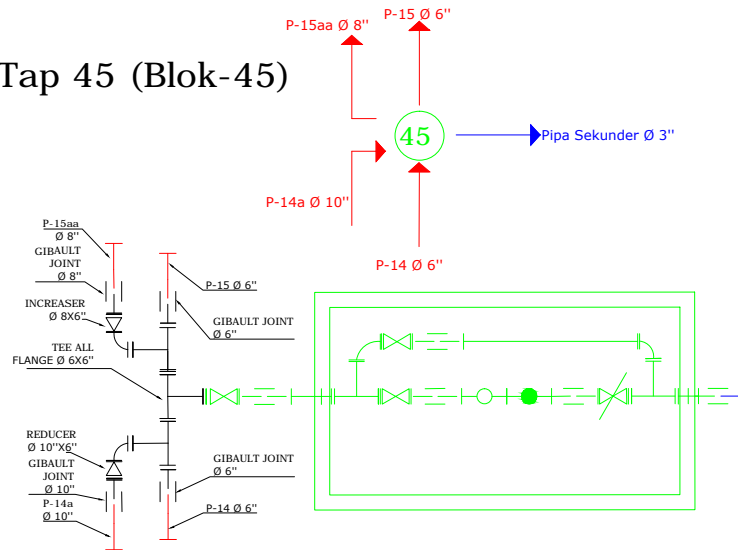


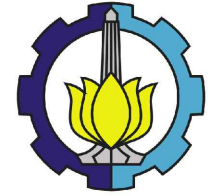
Tap 41 (Blok-41)



Tap 43 (Blok-43)







JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

DED Tipikal Jembatan Pipa

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

DRAFTER

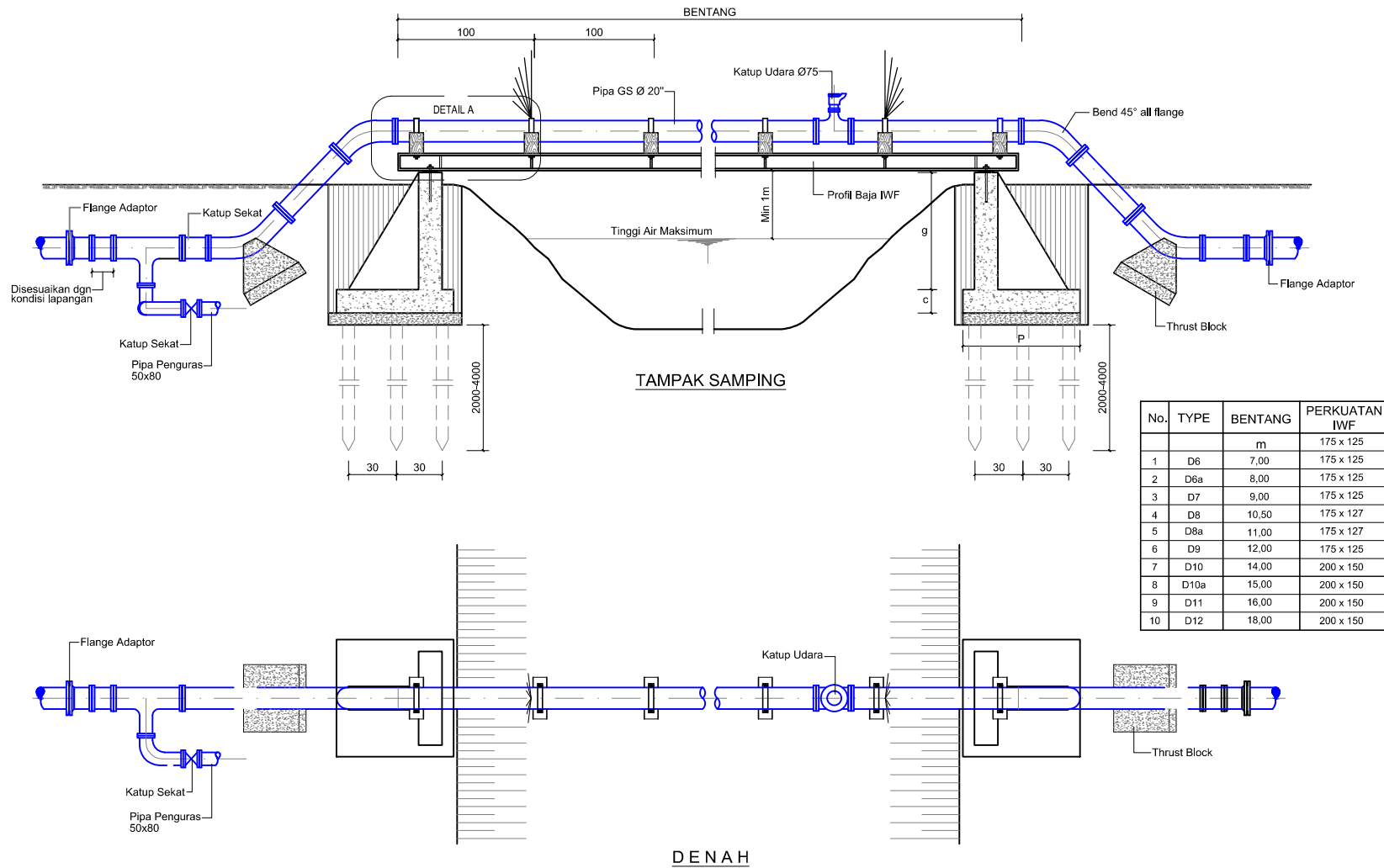
Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

SKALA

No. Gambar

Tanpa Skala

C.13





JURUSAN

**TEKNIK LINGKUNGAN**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

**Detail A**  
**Tipikal Jembatan Pipa**

DOSEN PEMBIMBING

**Alfan Purnomo, ST., MT.**

LEGENDA

DRAFTER

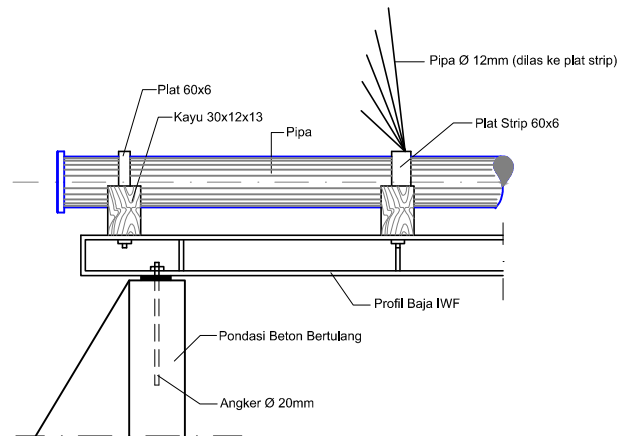
**Ekadhana Chana Pratama**  
**3313100003**

SKALA

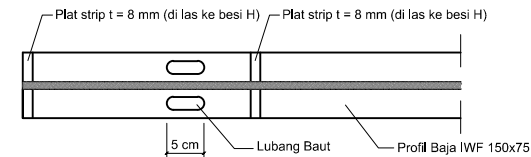
No. Gambar

Tanpa Skala

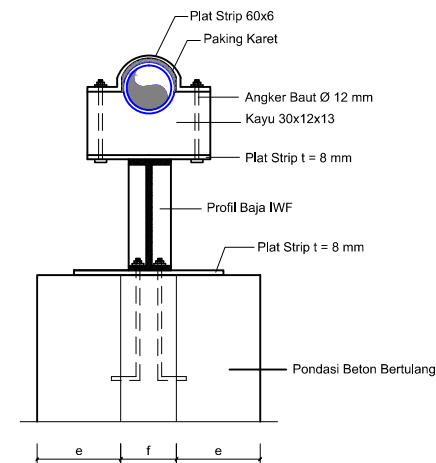
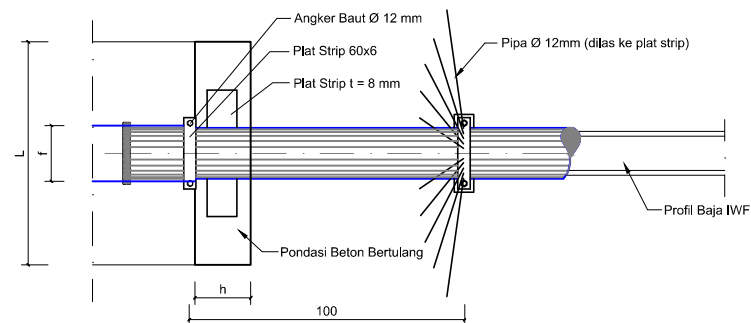
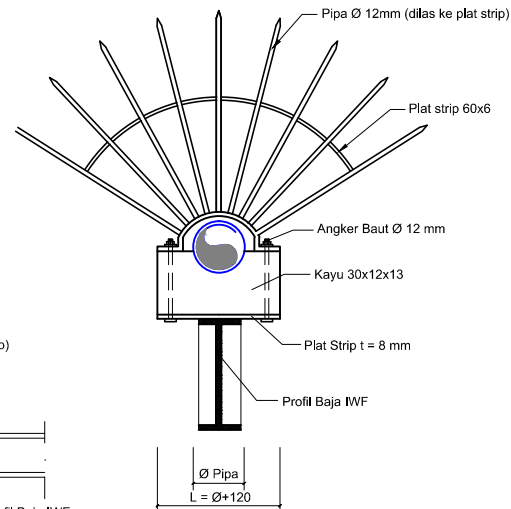
C.14



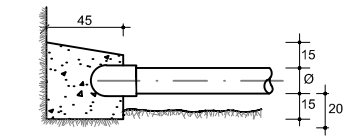
**DETAIL : A**  
Tanpa Skala



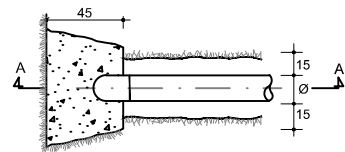
**DETAIL LUBANG BAUT**  
Tanpa Skala



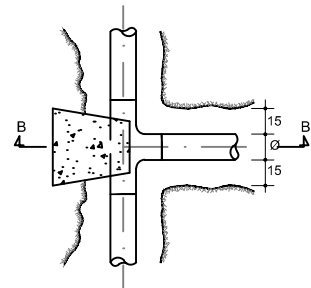
### THRUST BLOCK CAP & TEE



POTONGAN A-A



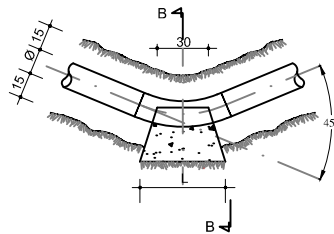
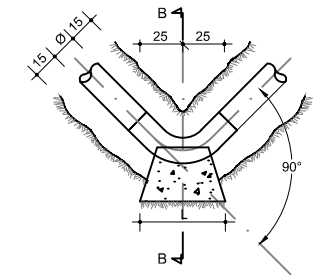
POTONGAN B-B



### THRUST BLOCK BEND

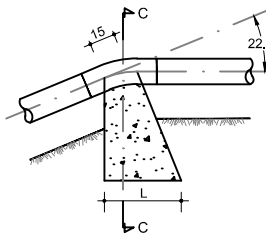
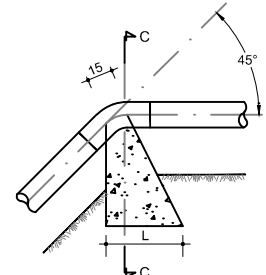
#### TYPE I

UNTUK SEPANJANG JALUR PIPA TRANSMISI DISTRIBUSI  
PENYEBRANGAN PIPA TYPE B (TANPA KLEM)

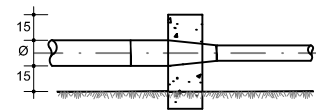


#### TYPE II

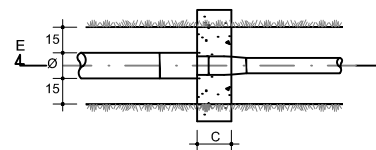
UNTUK PENYEBRANGAN PIPA TYPE B  
(THRUST BLOCK DENGAN KLEM)



POTONGAN C-C



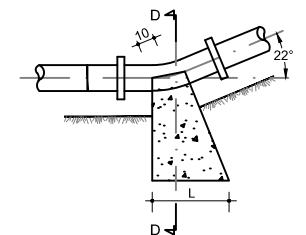
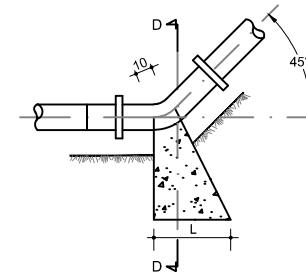
POTONGAN E-E



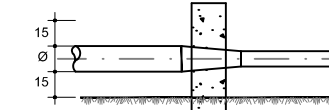
### THRUST BLOCK REDUCER

#### TYPE III

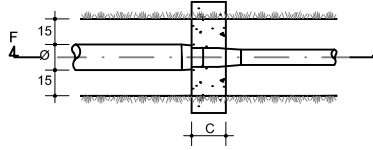
UNTUK JEMBATAN PIPA  
TYPE D,E,F,G DAN H



POTONGAN D-D



POTONGAN F-F



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Tipikal Thrust Block

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

DRAFTER

Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

SKALA

No. Gambar

Tanpa Skala

C.15



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Tipikal Pemasangan Air Valve

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

DRAFTER

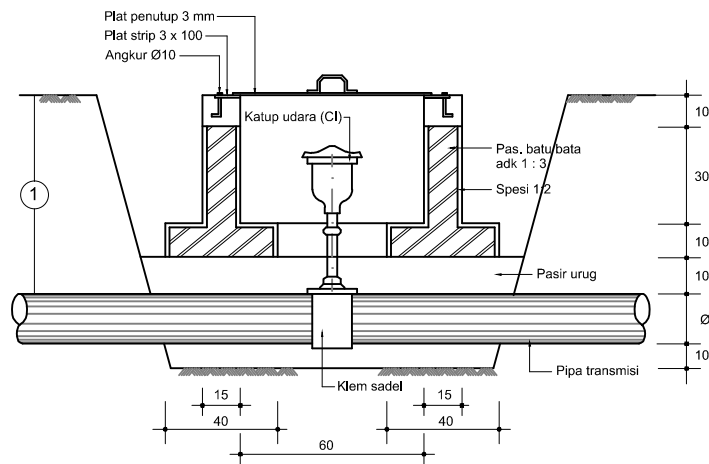
Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

SKALA

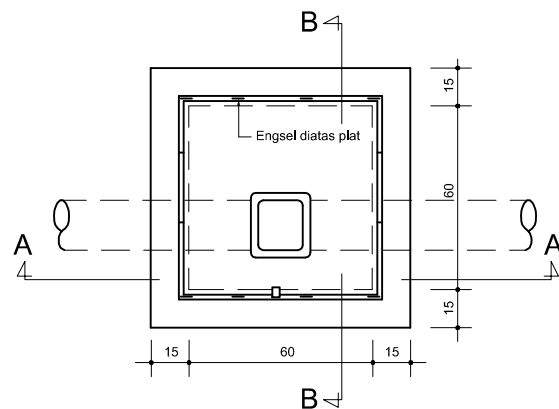
No. Gambar

Tanpa Skala

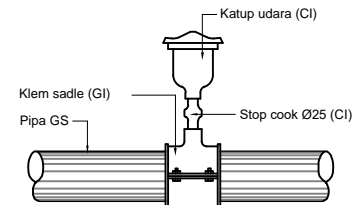
C.16



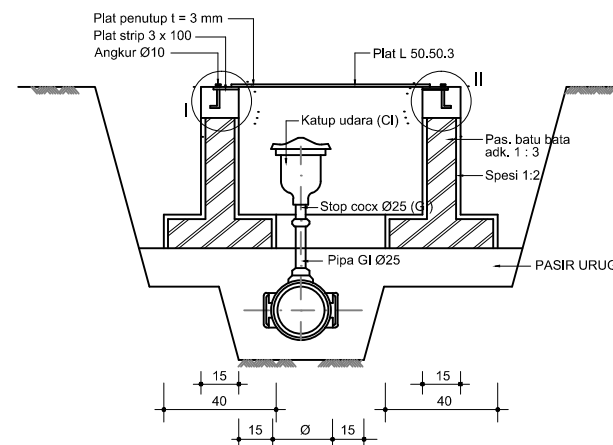
POTONGAN A-A



TAMPAK ATAS



KATUP UDARA PADA  
PADA JEMBATAN PIPA



POTONGAN B-B





JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL GAMBAR

Tipikal Pemasangan Pipa

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, ST., MT.

LEGENDA

DRAFTER

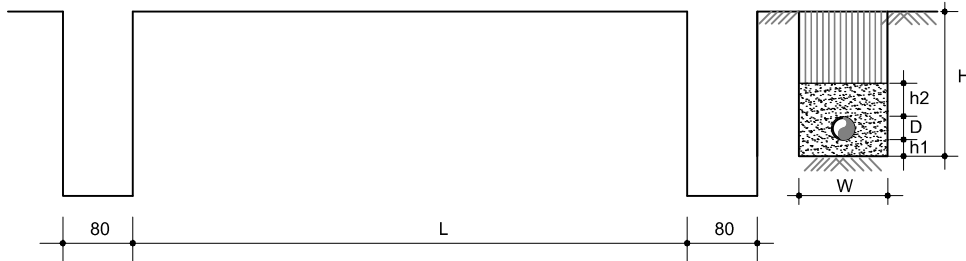
Ekadhana Chana Pratama  
3313100003

SKALA

No. Gambar

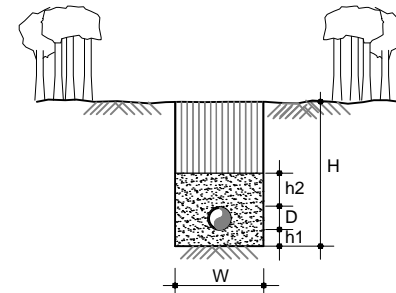
Tanpa Skala

C.17



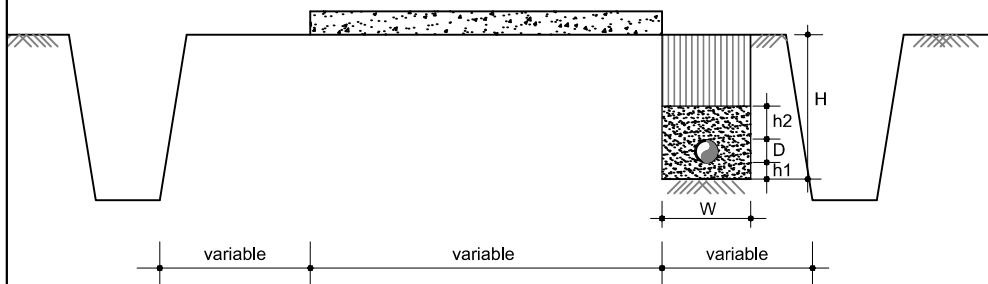
KONDISI 2

Typical Pemasangan Pipa di Jalan Rintisan



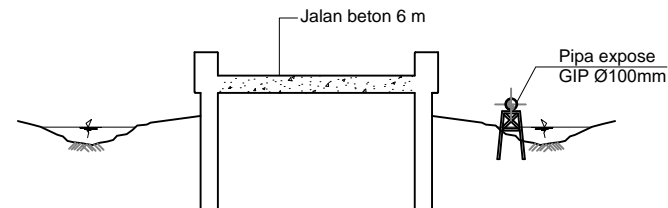
KONDISI 1

Typical Pemasangan Pipa di Hutan/  
Rintisan Jalan Setapak



KONDISI 3

Typical Pemasangan Pipa di Pinggir Jalan Beton



KONDISI 4

Typical Pemasangan Pipa di Pinggir Jalan Beton  
Dengan Kedalaman Rawa di Bawah 1 Meter

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Ekadhana Chana Pratama merupakan putra asli Probolinggo yang lahir pada tanggal 19 Juli 1995. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2001-2007 di SDN Kebonsari Kulon 1 Kota Probolinggo. Kemudian dilanjutkan di SMP N 1 Kota Probolinggo pada tahun 2007-2010 dan pendidikan tingkat atas di SMA N 1 Probolinggo pada tahun 2010-2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS, Surabaya pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3313100003.

Selama perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai organisasi di tingkat Jurusan, Fakultas, Institut, maupun Kedaerahan. Dibuktikan dengan penulis pernah menjabat sebagai Direktur Jendral Politik Internal Kampus Kementrian Dalam Negeri BEM ITS BERANI pada tahun 2015-2016, Ketua Forum Komunikasi LKMM TM X FTSP ITS pada tahun 2015-sekarang dan sebagai Ketua Ikatan Mahasiswa Probolinggo Se-ITS, PENS, dan PPNS pada tahun 2015-2016. Selain aktif di organisasi, semasa kuliah penulis juga aktif sebagai asisten praktikum pada tahun 2014-2015. Berbagai pelatihan dan seminar dibidang manajemen organisasi juga telah diikuti dalam rangka pengembangan diri. Penulis dapat dihubungi via email [ekadhanachana95@gmail.com](mailto:ekadhanachana95@gmail.com).

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**